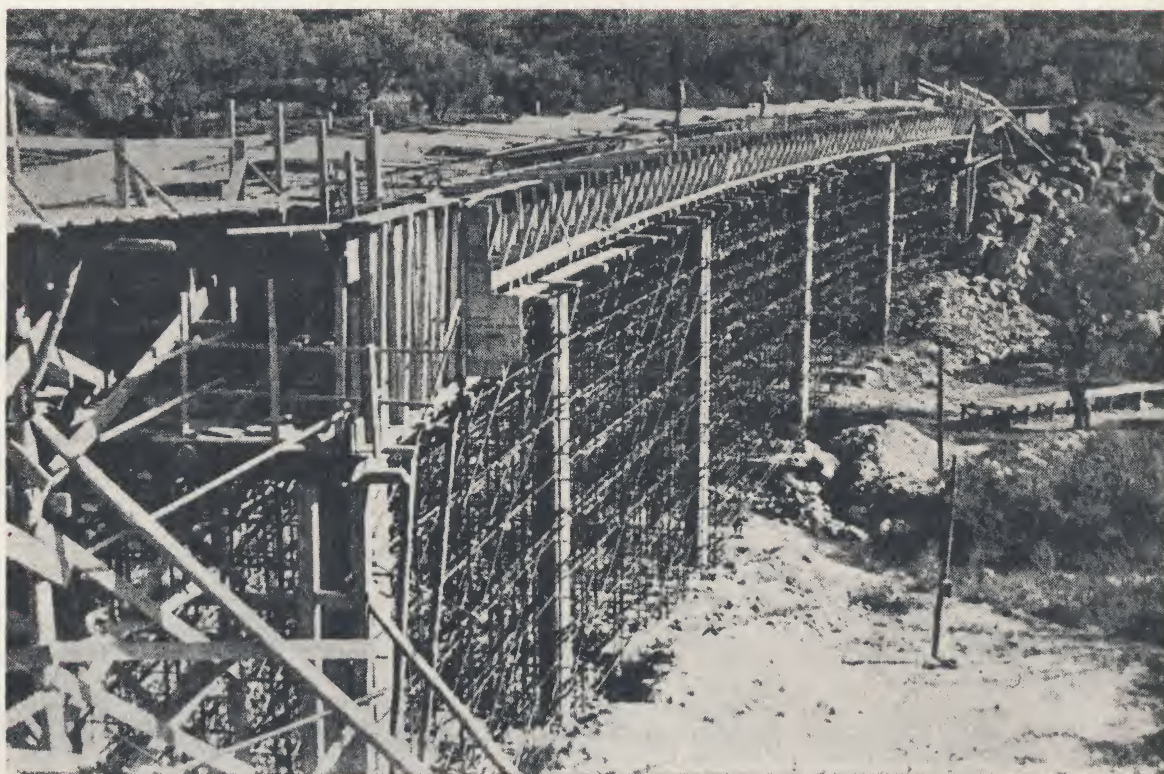
GRAĐEVINAR

4 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA NR HRVATSKE
GODINA XV TRAVANJ 1963



GODIŠNJICA
OSNIVANJA

27. III 1948.
27. III 1963.



IZGRADNJA JADRANSKE MAGISTRALE, DIONICA PETROVAC n/m—BAR
ARMIRANO-BETONSKI MOST »SLATAVA«

JUBILARNA GODINA GRAĐEVNOG PODUZEĆA
»ASFALT« — RIJEKA

9548

»GRAĐEVINAR«

GOD. XV **Br. 4**

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu kliševa; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre kliševe;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-21-603-116

Tisak »VJESNIK«, Zagreb

»GRAĐEVINAR«

15-Й ГОД ИЗДАНИЯ **4 — 1963.**

СОДЕРЖАНИЕ

»GRAĐEVINAR«

VOL. 15 **4 — 1963**

Journal of the Society of Civil Engineer of the P. R. Croatia

CONTENTS

GRAĐEVINAR

GOD. XV TRAVANJ 1963. Br. 4

NOVE KONSTRUKCIJE OD PREFABRICIRANIH ELEMENATA OD ARMIRANOG BETONA I MONTA OPEKA

Ing. **Sergije Kolobov** — Zagreb

Pri projektiranju tvorničkih hala, dvorana za priredbe, kina i drugih objekata većih raspona, u primjeni racionalnih konstrukcija kao što su: svođene konstrukcije s elastičnim zategama, »Kolb« ljuske s nepotpunim rešetkastim nosačima kao srednjim dijafragmama prof. dr ing. O. Wernera, prednapregnuti nosači I presjeka i rešetkasti nosači, sve vrste čeličnih konstrukcija itd., arhitekt i konstrukter uvijek nailaze na problem velikog gubitka prostora radi visine noseće konstrukcije.

Zatvaranje konstrukcija s donje strane ravnim ili oblikovanim pogledom — rabicom — skupo je, a i stvara suvišni, u većini slučajeva neiskorišteni prostor. Ako noseća konstrukcija ostaje vidljiva, kao uporabna visina prostora može se smatrati samo visina do zatege ili do donje ivice vlačnog pojasa noseće konstrukcije. Prostor visine noseće konstrukcije i u tom slučaju je izgubljen. Taj izgubljeni prostor pokriven krovom postaje i vrlo skup kada se prostorija zagrijava, a naročito u slučaju klimatizacije zraka, ako ovu zahtijeva proces proizvodnje ili namjena objekta.

Za raspon prostorije 20 m, uporabnu visinu 5,00 m i visinu noseće konstrukcije

$$h_k = \frac{L}{7} = \frac{20}{7} = 2{,}90 \text{ m},$$

s uporabnom površinom

$$F_1 = 5{,}00 \times 20{,}00 = 100.00 \text{ m}^2$$

iznosi izgubljena površina

$$F_2 = 2/3 \times 2{,}90 \times 20{,}00 = 38{,}60 \text{ m}^2;$$

prema tome je odnos ovih površina $n = \frac{38{,}60}{100{,}00} = 38{,}6\%$, pa treba grijati ili klimatizirati kubaturu zraka veću za 38,6% od uporabne.

Ovdje prikazane konstrukcije su zapravo pokušaj da se ukloni taj nedostatak, tj. dade rješenje prekrivanja velikih raspona bez smanjenja uporabnog prostora visinom same konstrukcije.

U građevinarstvu vlada općenito mišljenje da objekte s prefabricaranim elementima u montažnoj ili polumontažnoj izvedbi mogu izvoditi samo velika građevna poduzeća, dobro opskrbljena svakojakom mehanizacijom, a naročito dizalicama. Međutim, praksa je pokazala da su i manja poduzeća, pa čak i režijske grupe, s najprimitivnijim dizalicama — iglama i vitlima — u stanju da s uspjehom izvode i polumontažne građevine. Pri tom projektant treba da vodi računa o maksimalnim težinama prefabriciranih elemenata, a izvođač mora paziti na tačnost izrade prefabriciranih elemenata.

Prefabricirane — montažne — konstrukcije općenito imaju veliku prednost u pogledu uštednje na oplati i skelama, kao i u pogledu skraćenja rokova izgradnje objekta.

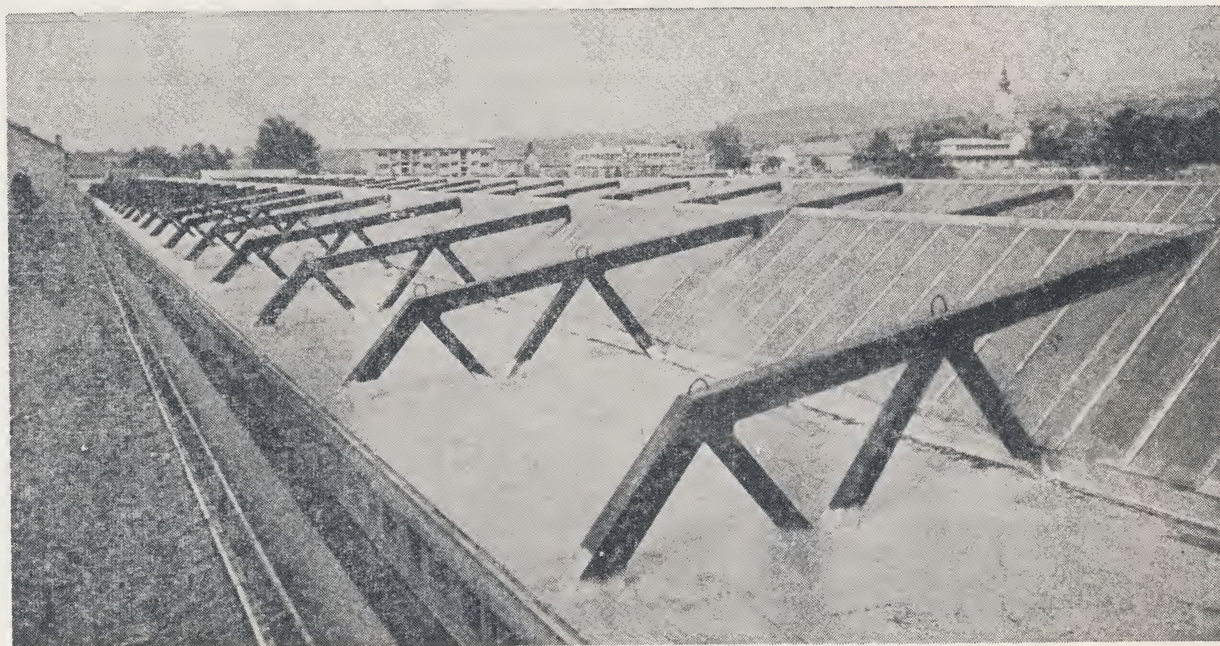
Pri projektiranju objekata u montažnoj izvedbi projektant — konstruktor mora dati više konstruktivnih detalja i nacrta u većem mjerilu. Statički račun postaje nešto opsežniji, zbog detaljnije kontrole pojedinih čvorova. Projekt, a naročito njegov konstruktivni dio, postaje nešto skuplji (cca 20—25%).

Odnos kubature prefabriciranih elemenata (koji se kasnije podižu i montiraju u konstrukciju) prema ukupnoj kubaturi konstrukcije objekta nazvat ćemo koeficijentom montažnosti. Što je veći taj koeficijent, tj. što je on bliži jedinici, to više se smanjuje na racionalnu mjeru broj operacija koje se obavljaju ručno, a isto tako se znatno smanjuje utrošak radne snage, oplate i skela. Koeficijent montažnosti mora biti približno $n = 0{,}7—0{,}8$.

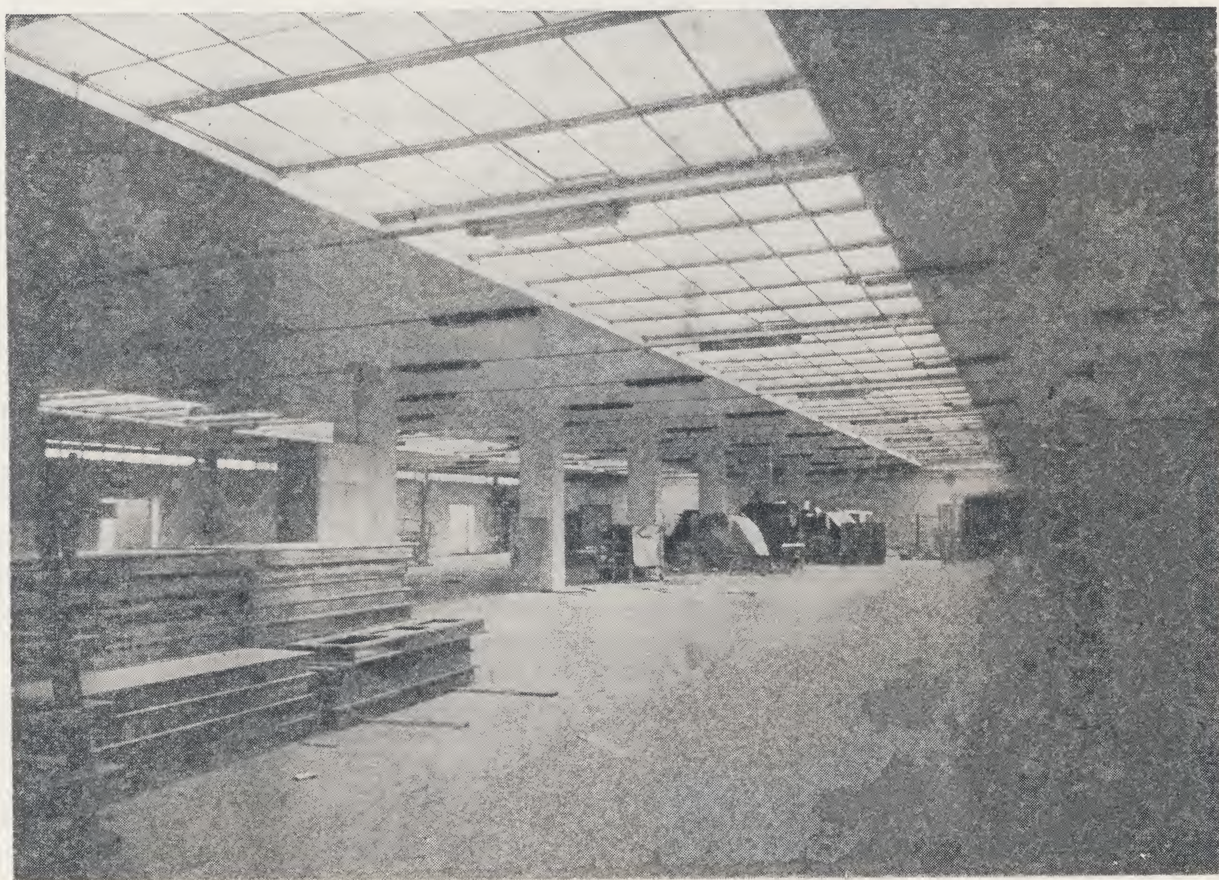
Produktivnost rada se znatno povećava, a kvalitet proizvedenih prefabriciranih elemenata, izrađenih serijski u istoj oplati, neuporedivo je bolji. S tim u vezi konstruktor može računati s betonom viših maraka MB 400—450—500—550 i 600, a to daje tanje racionalnije elemente, koji su lakši pa se zbog toga i brže i lakše montiraju. Ušteda na težini pri upotrebi prefabriciranih elemenata smanjuje i dimenzije elemenata koji primarno nose, tj. stupova i temelja.

Vrlo je važan i drugi faktor, a to je veličina prefabriciranog elementa. Što su veći montažni elementi to je manji broj montažnih operacija na objektu, tj. mokrih spojeva, i to brže se obavlja montaža. Danas se i kod nas na većim gradilištima ide s prefabriciranim elementima na težine do 16—20 t.

Montažno građenje je put k industrijalizaciji građevinarstva općenito. S prostudiranim izborom



Sl. 1



Sl. 2

roka početka građenja objekta može se potpuno eliminirati zastoj u radovima naše operative za vrijeme zime i kišnog perioda. U privremenim barakama i pod nadstrešnicama mogu se izvoditi prefabricirani elementi za kasniju montažu.

Projektiranje objekta za montažnu izgradnju uporedo s izvedbom nemoguće je zbog velikog broja detalja prefabriciranih elemenata, a naročito spojeva. Neprostudirani detalji i njihova improvizacija na gradilištu, a isto tako i naknadno ispravljanje pojedinih detalja, mogu potpuno poništiti sve prednosti montažnog građenja.

Projekt treba izraditi prije početka gradnje. Projektant-konstruktor mora se usko povezati s neposrednim izvođačem i s njime proći izvedbu prefabriciranih elemenata i detalje spojeva.

Povišenje marke betona, a ujedno i smanjenje presjeka armiranih betonskih elemenata, zahtijeva i smanjenje površine betonskog čelika, tj. zajedno s povećanjem marke betona treba upotrebiti i višu marku betonskog čelika. Nažalost, naša čelična industrija unatoč mnogih obećanja ne snabdijeva naše tržište u dovoljnoj mjeri visokovrijednim čelikom, tako da se ne može ozbiljno računati s mogućnošću nabave visokovrijednog čelika.

Zadržati iste dimenzije presjeka betona, ako je konstruktor predvidio Če 52 a poduzeće izjavljuje da je u stanju nabaviti samo Če 37, nemoguće je, pa s tim u vezi treba mijenjati sve elemente, tj. zapravo i cijeli projekt.

Na žalost, mi ne raspolažemo s fasonskim šipkama betonskog čelika periodičnog profila kao što su: »Isteg-čelik«, »Tor-čelik« itd., koji dopušta izostavljanje kuka, dakle uklanjanje velike smetnje u slučaju malih presjeka betonskih elemenata.

U statičkom računu prefabriciranih elemenata treba detaljnije ispitati utjecanje sporednih djelovanja: temperature, skupljanja, elastičnog istezanja zatega, elastičnog zaokreta temelja, zatim ugibe itd. Kod rešetkastih nosača od armiranog betona treba uzeti u obzir i elastične deformacije čvorova, odrediti djelujuće momente u čvorovima i štapove dimenzionirati za uzdužne sile i momente. Dodatni momenti u krutim rešetkama mogu izmijeniti i uzdužne sile.

Da bi se spriječile pojave štetnih sitnih pukotina na vlačnim elementima konstrukcije, vrlo je povoljno te elemente ostaviti nezabetonirane u fazi prefabrikacije i zabetonirati ih poslije montaže, tj. kada vlačna armatura već primi silu od vlastite težine cijele konstrukcije.

Nažalost, još se nemože ustvrditi da su i cijene koštanja objekata u polumontažnoj izvedbi u skladu i proporciji s uštedama na vremenu i oplati.



Sl. 3

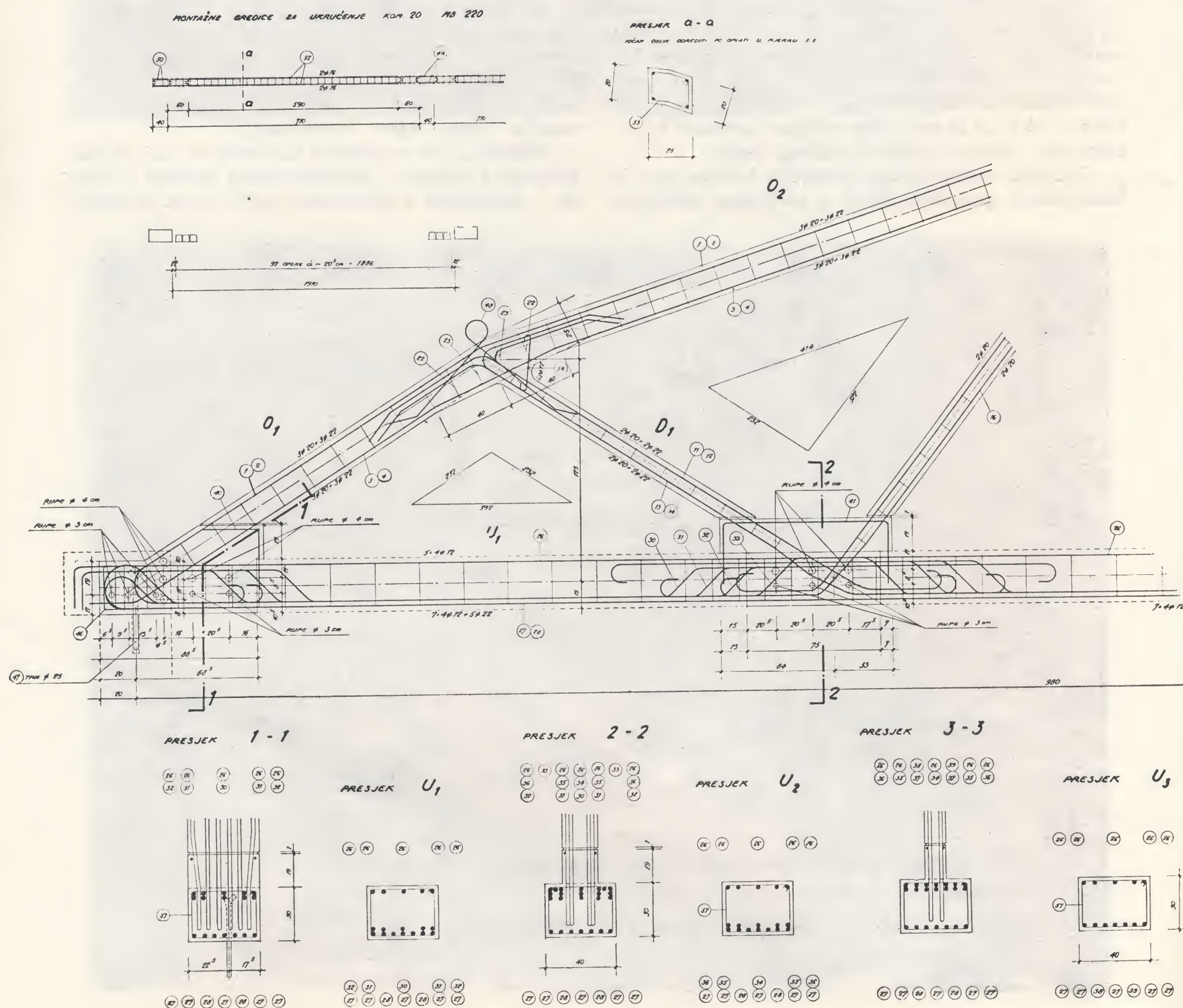
Razlog tome vjerojatno leži u raznim faktorima kalkulacije, previsokoj stopi amortizacije strojeva, povećanju procenta stručne radne snage i, jednostavno, u strahu poduzeća od gubitka, koji uglavnom proizlazi od nedostatka iskustva s radovima u montažnoj izvedbi.

Sl. 1 i 2. prikazuju krovnu plohu i unutarnji prostor nove hale stolarske radionice »Bane Sekulić« u Novoj Gradiški.

Hala ima klima uređaj, a zato je bio potreban čist unutarnji prostor visine 4,50 m, osvijetljen odozgo, s rasponom glavne noseće konstrukcije 3 × 16,50 m.

Sl. 3 prikazuje izradu prefabriciranih rešetkastih nosača na podu hale. Radove je izvodilo građevno poduzeće »Strmac« iz Nove Gradiške. Nosači su dizani i postavljani bez teške mehanizacije, samo pomoću montažnih igala i primitvnih vitla, bez ikakvih teškoća. Težina nosača u fazi montaže, tj. s nezabetoniranim donjim vlačnim pojasom, bila je 4,60 t. Konstrukcija nadsvjetla bila je također prefabricirana — montažna.

Armatura rešetkastog nosača slične konstrukcije raspona 25,70 m prikazana je u nacrtu **sl. 4 (a, b).** Taj nosač, koji nosi 7,50 m stropne konstrukcije, izvelo je prema projektu A. P. Z. »Plan« građevno poduzeće »Trudbenik« — Beograd u Doradi Papir hale fabrike celuloze i papira Ivan-grad (NR CG).



Sl. 4a

Analogne konstrukcije izvedene su po projektima »Plana« u ovim poduzećima: Tvornici pokućtva »Sekulić« Nova Gradiška, Auto-Dubrava — remontnoj radionici Zagreb, Depo-u dizel lokomotiva Knin, Doradi papira, Odvodnjavanju, Bjelicnici, Elektrolizi, Kaustifikaciji i Ljuštionici fabrike celuloze Ivangrad, Doradi papira Tvornice celuloze Plaški, Tvornici keksa »Josip Kraš« i Remontnoj radionici »Naftaplina« u Zagrebu.

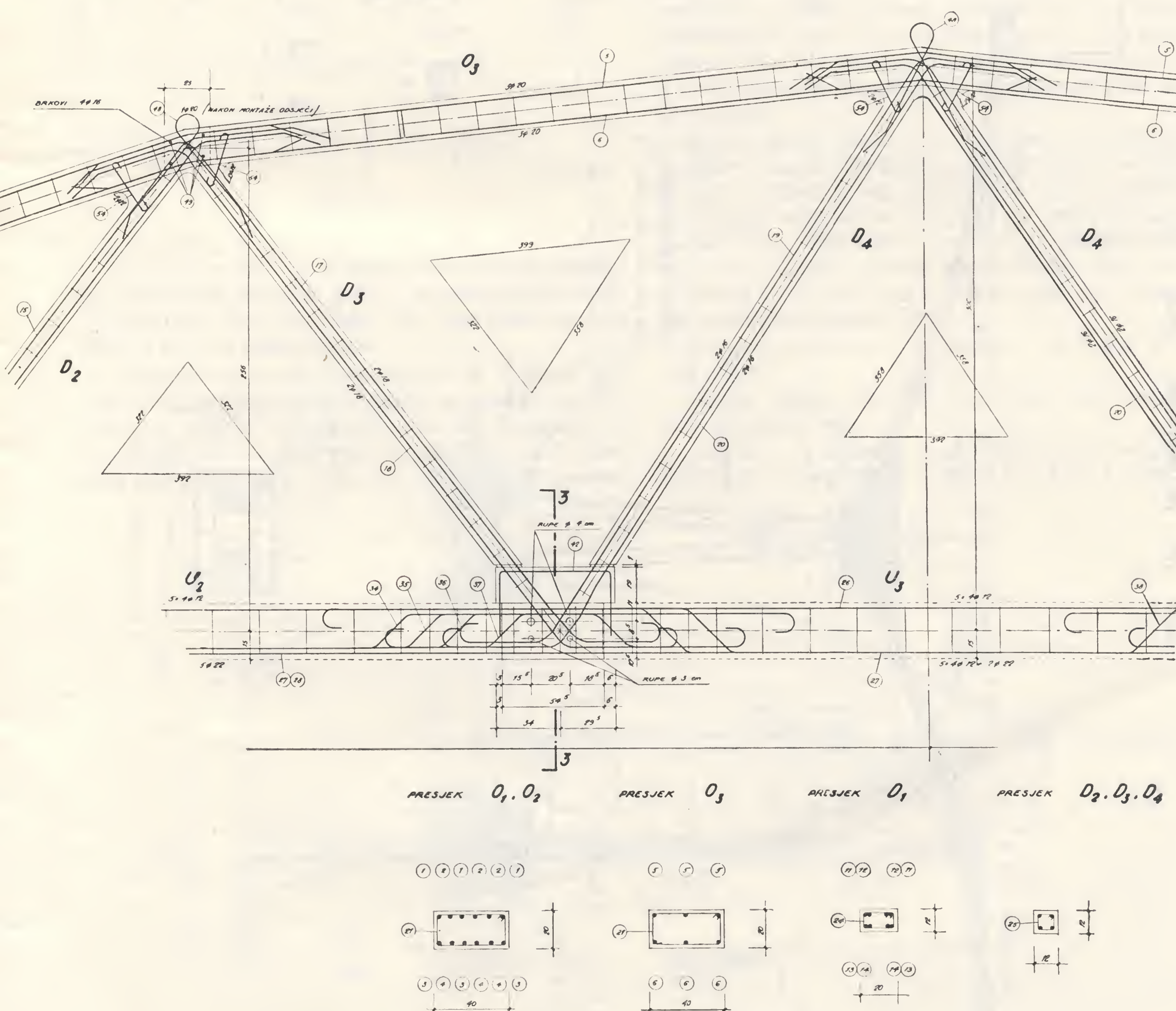
Konstrukcija se pokazala kao dobra. Cijena po 1 m² bila je za sve objekte približno ista kao i za konstrukcije s pokrovom gore.

Poteškoća pri dizanju nosača i montaži pokrova nije bilo ni u jednom slučaju. Objekte su izvodila razna građevna poduzeća.

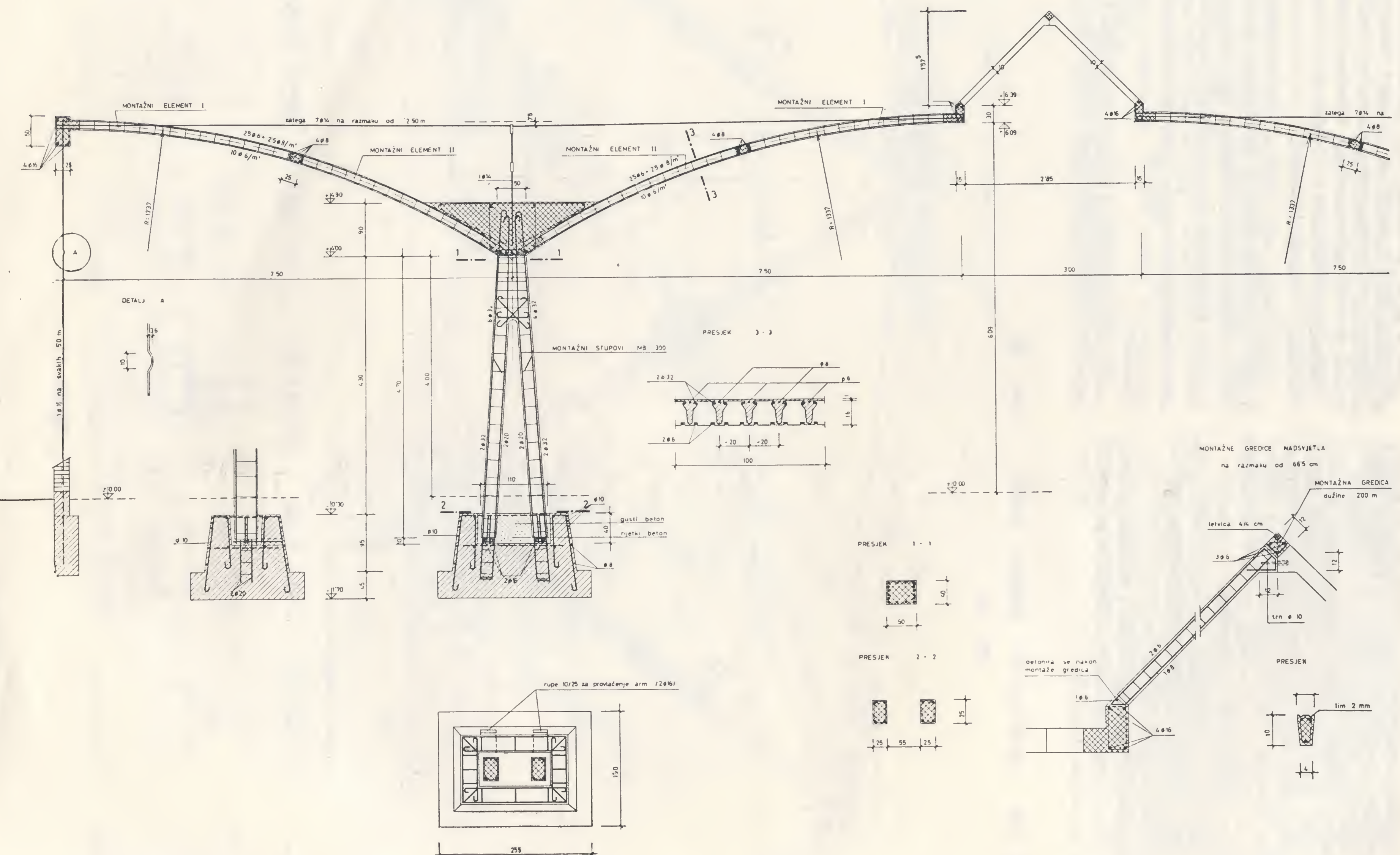
Sl. 5 (a, b) prikazuje tip polumontažne hale s koeficijentom montažnosti n = 0,72. Konstrukcija je miješanog karaktera, tj. polusvodovi su od monta opeke 16 + 2 cm, nadsvjetlo i stupovi armirano-betonski prefabricirani a uzdužne grede armirano-betonske u klasičnoj izvedbi.

Konstrukcija ima gipke zatege od snopova po 7 kom. tanke armature sa stezaljkama na vješaljkama, pomoću kojih se zateže i regulira osna crta svodova. Međusobni razmak zatega je 2,50 m. Strelica svodova je $f = \frac{L}{4,5 - 6}$, a osna crta je isječak kružnice.

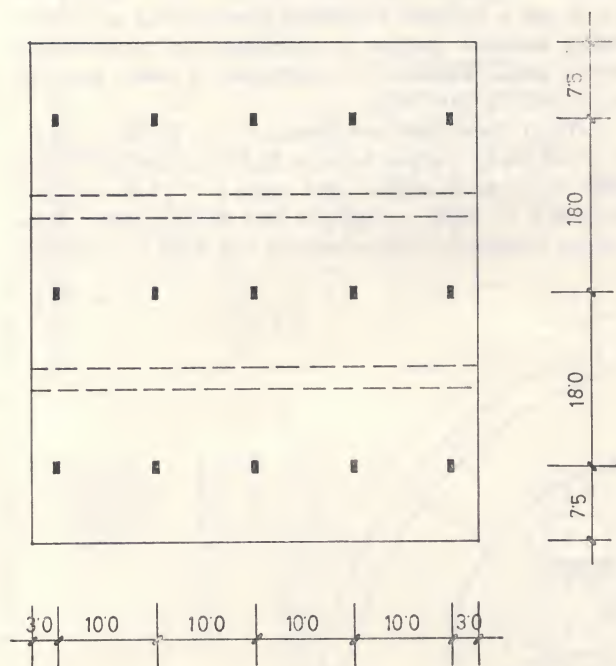
Temelji su čašasti, s donjom priključnom armaturom za usidrenje montažnih stupova »A« oblika.



Sl. 4b


NOVI TIP POLUMONTAŽNE HALE
MONTAŽNI ELEMENT I
MONTAŽNI ELEMENT II
zatega 7ø14 na razmaku od 2.50 m
MONTAŽNI STUPOVI MB 300
DETALJ A
PRESJEK 3-3
PRESJEK 1-1
PRESJEK 2-2
PRESJEK
gusti beton
rijetki beton
rupe 10/25 za provlačenje arm. (2ø16)
MONTAŽNE GREDICE NADSVJETLA
na razmaku od 66.5 cm
MONTAŽNA GREDICA
dužine 2.00 m
letvica 4/4 cm
trn ø 10
betonira se nakon
montaže gredica
lim 2 mm

Sl. 5a



Sl. 5b

Stupovi su MB 350 u oplati od blanjanih dasaka ili od tvrdog lesonita; nalaze se na međusobnom razmaku od 10,00 m, tako da nose 165 odnosno 180 m² krovne konstrukcije.

Polusvodovi su od monta opeka 16 + 2 cm, tipa prema »Uputstvu« Sekretarijata za građevinarstvo NRH br. 1926/57. (produkcija »Ilovac« — Karlovac ili »Prigorka« — Sesvete). Izrada montažnih gredica prema »Uputama za projektiranje i izvedbu svodova s gipkim zategama« Sekretarijata za Građevinarstvo 09-510/1-1960. od 1. VII 1960. Gredice imaju dužinu cca 3,50 m, a spajaju se međusobno betonskim rebrima na kalupima u elemente za montažu širine do 2,50 m. Elementi za montažu spajaju se uzdužnim rebrom za ukrućenje iste visine kao i gredice.

Naročito treba paziti na ispravno usidrenje gipkih zatega u rubne grede polusvodova, koje se betoniraju na klasični način. Glavne grede betoniraju se u oplati od monta gredica, i samo odozdo potrebna je daščana oplata. Glavne grede su od betona MB 350. Armatura glavne grede sastavljena je od snopova šipki ⌀ 20 mm.

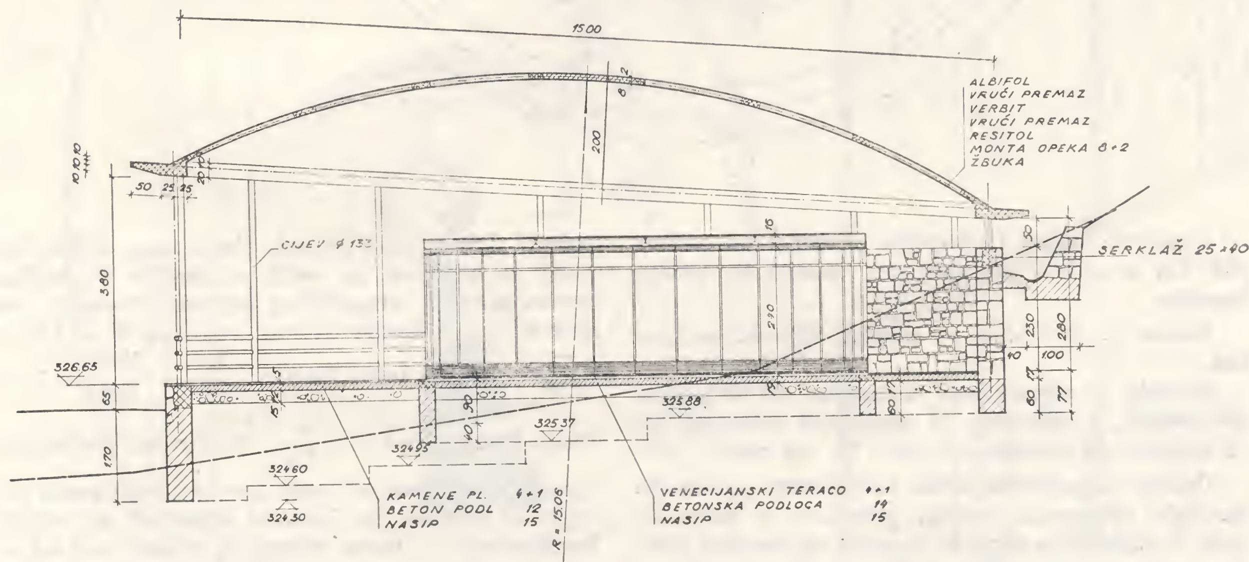
Rubne grede polusvodova su od MB 220, vezane su na svakih 5,00 m s temeljem fasadnog zida šipkama betonskog čelika ⌀ 16 mm, koje imaju samo sigurnosnu svrhu, za slučaj orkanskog vjetra ili katastrofalnog potresa. Da bi se postigla ova samo sigurnosna namjena, te su šipke na jednom mjestu savijene u obliku sektora kružnice, tako da počnu djelovati tek onda kada se šipka izravna pod djelovanjem sile. One su maskirane u fasadnom zidu ili u pano zidovima. Ugradba tih sigurnosnih šipki nije obvezatna.

Rubne grede polusvodova ne smiju se oslanjati na zidove fasade. Da bi se to postiglo mora se između zida i rubnih greda umetnuti sloj lako stišljivog materijala minimalne debljine 2,5 cm (striropor). Konstrukciju zida treba s tog razloga završiti nakon uklanjanja oplate glavne konstrukcije hale. Konstrukcija zida mora biti dovoljno jaka da preuzme djelujuće horizontalne sile.

Utrošak čelika po 1 m² tlocrtne površine iznosi 17,8 kg/m².

Gipke zatege izoliraju se slojem polivinilskog ili katranskog laka.

Statički su ispitane ove konstrukcije prepusta konzolnih polusvodova 4,00—5,00—6,00 i 7,50 m.



Sl. 6

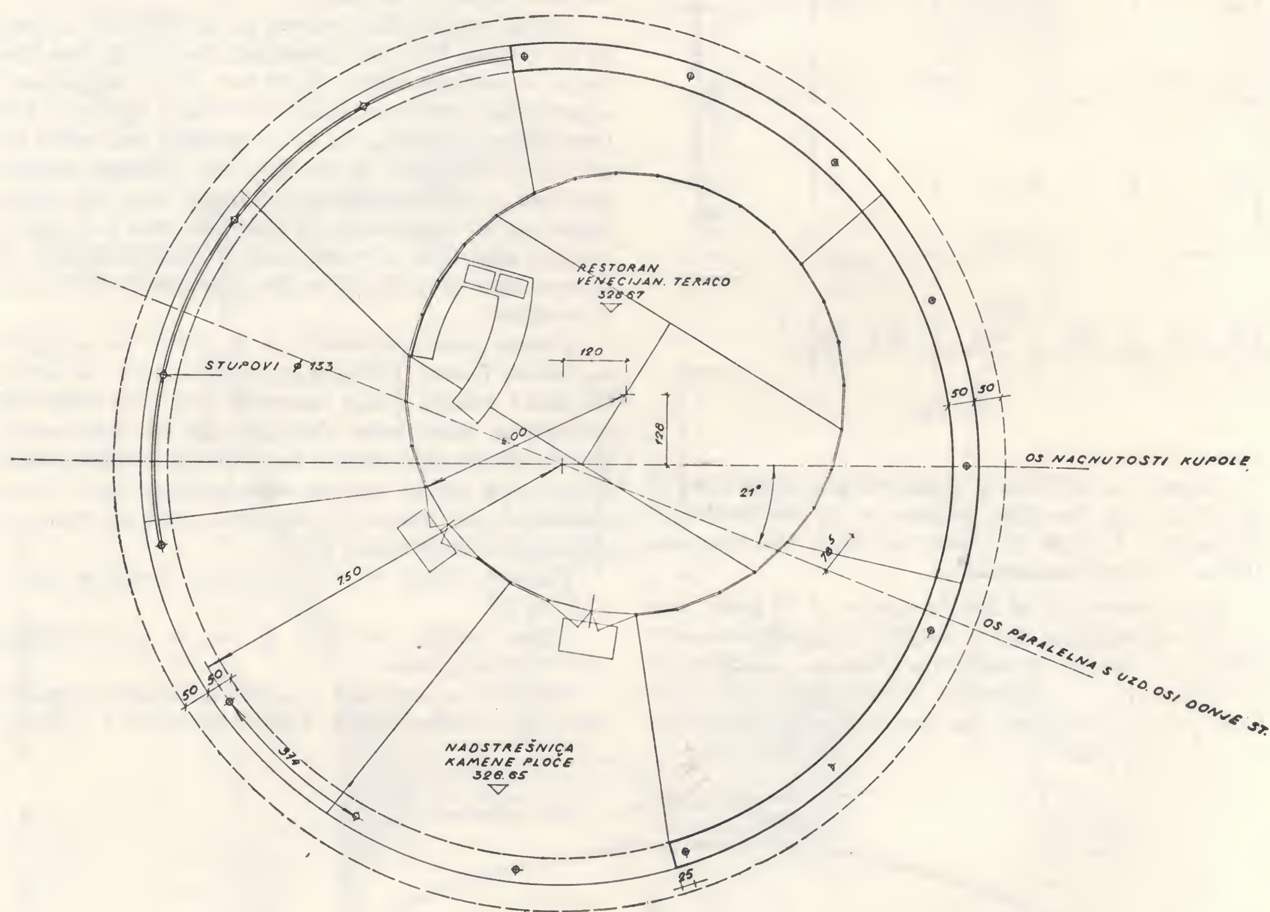
Za prepust veličine 4,00 m potrebne su monta opeke 8 + 2 cm, za prepust 5,00 m monta opeke 12 + 2, cm za 6,00 i 7,50 m monta opeke 16 + 2 cm. Dimenzija stupova se također smanjuje zajedno sa smanjenjem prepusta polusvodova.

Konstrukcija montažne kupole prikazana je na **slikama 6, 7 i 8.** Kupola ima promjer 15,00 m i visinu strelice 1,90 m. Montažni elementi sastavljeni su od gredica od monta opeka 8 + 2 cm, veličina montažnih elemenata je 5,00 m^2, težina cca 0,6 t. Oni se spajaju međusobno rebrima za ukrućenje kružnog oblika iste visine kao i gredice. Tjeme svoda je također montažno, od betona MB 220.

Potrošak armature po 1 m^2 tlocrtne površine iznosi 12 kg.

Sl. 9 prikazuje polumontažnu halu s krovnom konstrukcijom oblika »duge ljuske« od monta opeke 8 + 2 cm s rubnim (ivičnim) elementima od armiranog betona. Račun je proveden po momentnoj teoriji prof. Vlasova, tj. uzimajući u obzir poprečne momente savijanja.

Tlocrt hale ima površinu: F' = 25,00 $\times$ n $\times$ 10,00 m, tj. raspon hale je 25,00 m, dok se dužina hale može uzeti koliko god puta 5 $\times$ 10,00 m (uzimajući 5 $\times$ 10,00 = 50,00 m kao dužinu jedne dilatacije). Slobodna visina hale je cca 6,00 m u sredini



Sl. 7

Uporišni prsten je klasične izvedbe, od betona MB 220 u oplati od blanjanih dasaka ili tvrdog lesonita.

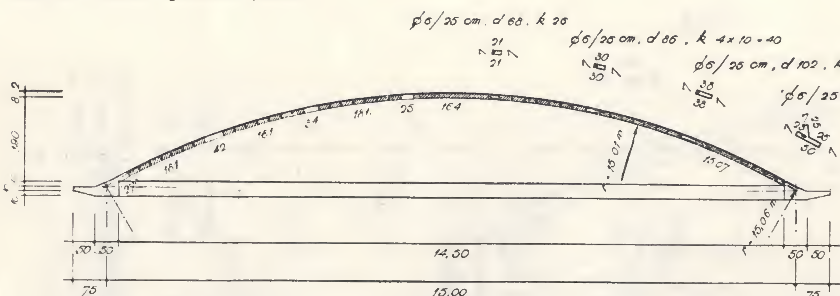
Račun je proveden po metodi Schwedler-Rankin.

Kupola je postavljena u nagibu od 4° prema horizontali, a oslonjena je uporišnim prstenom na 15 stupova od manesman cijevi ∅ 133 mm.

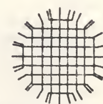
Oplata je potrebna samo za uporišni prsten. Za montažu elemenata kupole potrebna su samo tri reda podupirača s donjom oplatom za izvedbu spojnih armirano-betonskih rebara za ukrućenje, kružnog oblika.

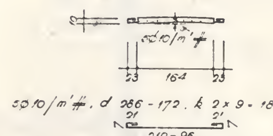
polja i 3,50 m kod ivičnih elemenata; visina hale može se odabrati po volji od slučaja do slučaja, prema potrebi tehnološkog procesa. Poprečni presjek ljuske je kružni isječak radijusa R = 9,92 m, debljina ljuske uzeta je $d = \frac{L}{100} = \frac{1000}{100} = 10$ cm visina strelice je $f = \frac{L}{7,5}$. Kao rubni (ivični) elementi ljuske uzete su armirano-betonske grede presjeka 25 $\times$ 140 cm. Zabatni elementi su različite konstrukcije: s jedne strane je monier zid od armiranog betona debljine 12 cm, a s druge strane armirano-betonski rešetkasti nosač s padajućim

KRUŽNA KUPOLA OD MONTA OPEKE

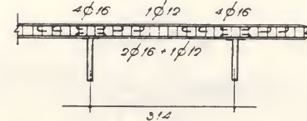


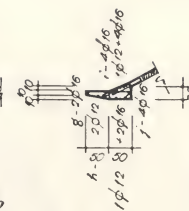
TJEME KUPOLE





KRUŽNA GREDA





2×1φ12. d 399. k 15×2 = 30

2φ16. d 262. k 15×2 = 30

2φ16. d 192. k 15×2 = 30

2φ16. d 407. k 15×2 = 30

g - 2φ16. d 397. k 15×2 = 30
h - 2φ12. d 409. k 15×2 = 30
i - 4φ16. d 427. k 15×4 = 60
j - 4φ16. d 437. k 15×4 = 60

g - 365 r = 728
h - 385 r = 775
i - 395 r = 800
j - 405 r = 820

φ8/20 cm. d 319 k 15×16 = 240

PRSTENI KUPOLE

2φ12. d 717. k 2
2φ12 d 604 k 2
2φ12 d 534. k 4×2 = 8
2φ12. d 564. k 4×2 = 8
φ12. d 454. k 8×2 = 16
2φ12. d 434. k 8×2 = 16
2φ12. d 624. k 8×2 = 16
2φ12. d 634. k 8×2 = 16
1/16 = 1 element

POTREBA ČELIKA

	φ6	φ8	φ10	φ12	φ14	φ16
m	3365	765	65	704	50	886
kg	747	302	41	625	61	1400

UKUPNO 3176 kg

MARKA BETONA **220**, ČELIK **Č 37**

2208 kom MONTA-OPEKA visine 8 cm

STUPOVI OD BESŠAVNIH CIJEVI – 8. kom

3φ8 d 45 k 8×5 = 40

cijev φ 133 m/m. d. duž. 408.399,5.384,5.365,5 kom 2 2 2 2

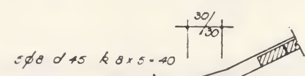
cijev ispunjena betonom MB 300.

2×3φ14. d 100. k 8×6 = 48

2×2φ10. d 60. k 8×4 = 32

Tlocrt

φ6/10 cm. d 140. k 8×5 = 40

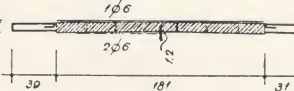


ELEMENT „a" – 16×10 = 160 kom

1φ6. d 258. k 160

2φ6. d 329. k 160×2 = 320

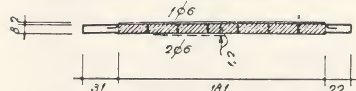
ELEMENT „b" – 16×6 = 96 kom



1φ6. d 265. k 96

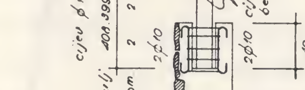
2φ6. d 343. k 96×2 = 192

ELEMENT „c" – 16×2 = 32 kom.



1φ6. d 248. k 32

2φ6. d 309. k 32×2 = 64

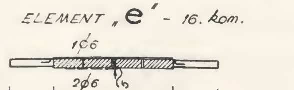


ELEMENT „d" – 16. kom.

1φ6. d 165. k 16

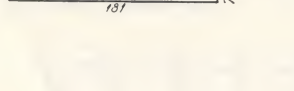
2φ6. d 221. k 16×2 = 32

ELEMENT „e" – 16. kom.

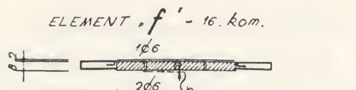


1φ6. d 195. k 16

2φ6. d 281. k 16×2 = 32

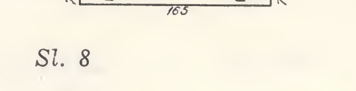


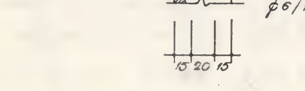
ELEMENT „f" – 16. kom.

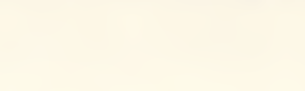


1φ6. d 179. k 16

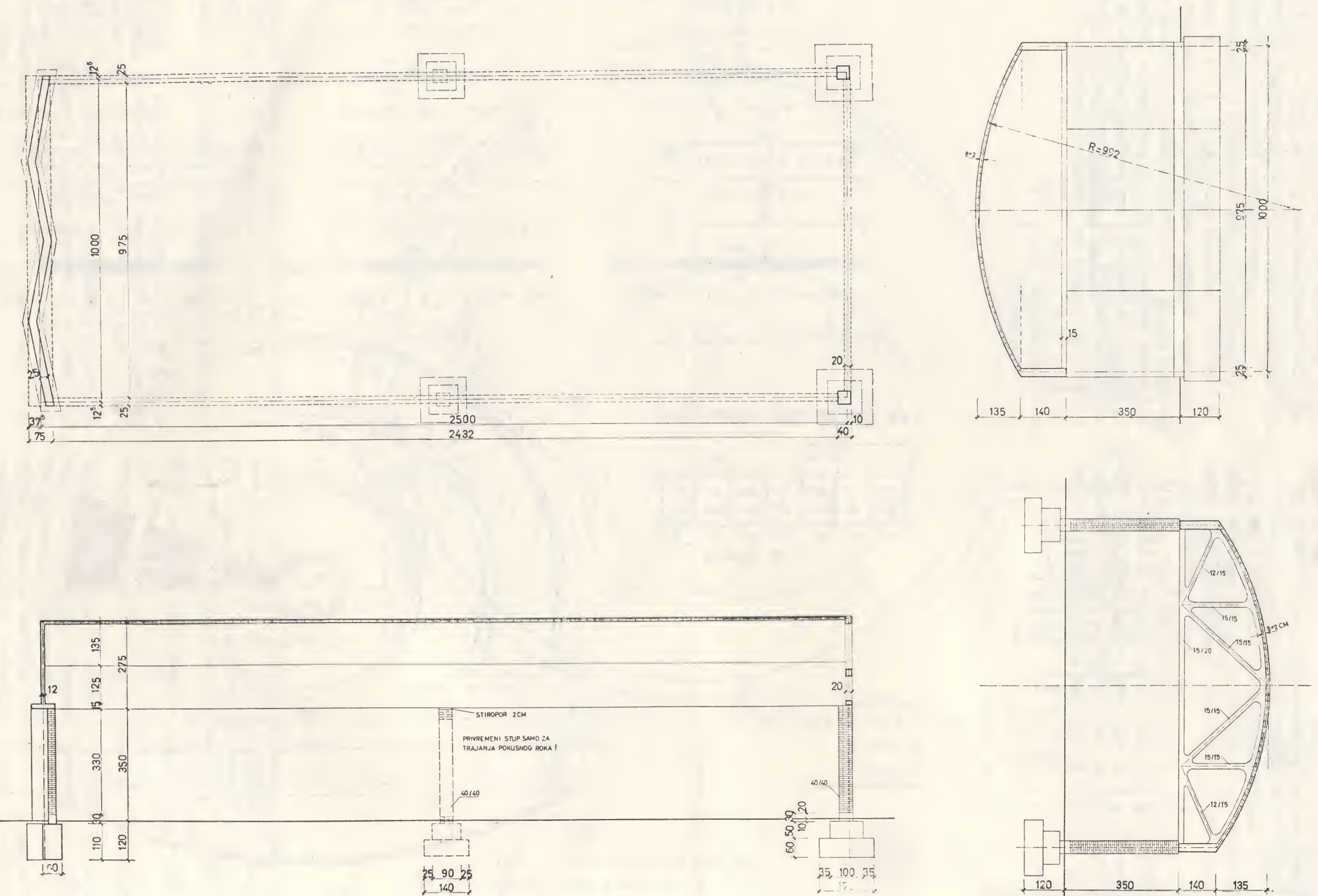
2φ6. d 249. k 16×2 = 32







Sl. 8


POKUSNA „DUGA LJUSKA" OD MONTA OPEKE 8+2 CM
R=992
STIROPOR 2CM
PRIVREMENI STUP SAMO ZA TRAJANJA POKUSNOG ROKA !

Sl. 9

PRESJEK A-A
POPREČNA ARMATURA

ZONA I

ZONA II
(ZONA III)

ŽELJEZA U ZAGRADI ODNOSE SE NA III ZONU !

NAPOMENA:

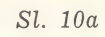
DONJU ARMATURU KAKO POPREČNU TAKO I KOSU POTREBNO JE VEZATI ZA GORNJU NA SVAKIH 30-40 CM !

KOSA ARMATURA (POD 45° NA IZVODNICU VALJKA)
NEPOTPUNE KOMADE (U UGLOVIMA) MJERITI NA MJESTU OBRADE

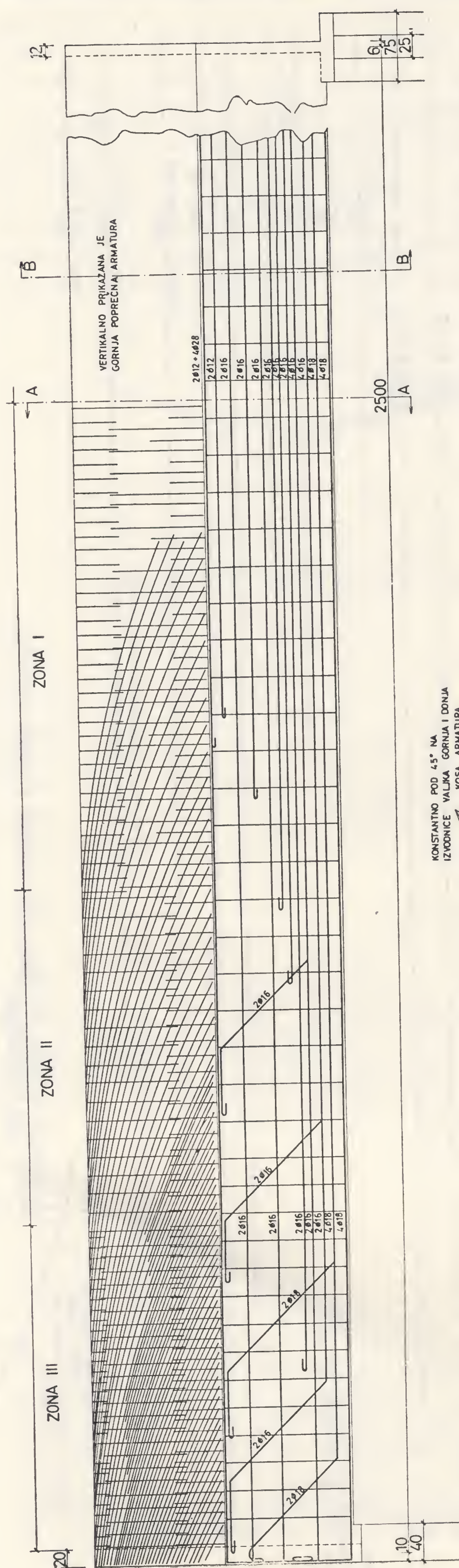
ø6/20,25,30 cm
d=880
K·48·4=192

ISKAZ ARMATURE

	ø3,8	ø6	ø12	ø16	ø18	ø28
m'	2150	6150	132	784	425	60
kg	192	1365	118	1240	850	291



Sl. 10a


VERTIKALNO PRIKAZANA JE GORNJA POPREČNA ARMATURA
ZONA I
ZONA II
ZONA III
2500
VERTIKALNO PRIKAZANA JE DONJA POPREČNA ARMATURA
KONSTANTNO POD 45° NA IZVODNICE VALJKA GORNJA I DONJA KOSA ARMATURA
ZAVRŠETCI SVIH KOSIH ŽELJEZA NA DIJAFRAGMI
25·11,5 cm (KOSA ARM.)

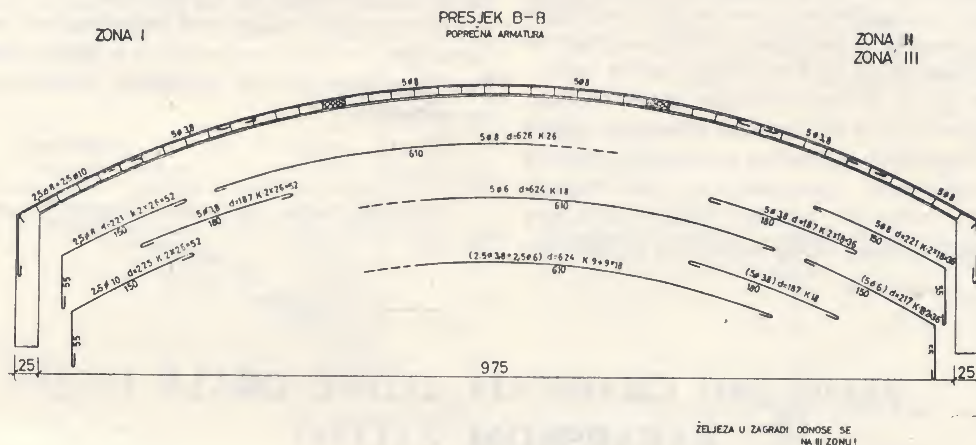
Sl. 10b

dijagonalama. Različiti zabatni elementi uzeti su radi ispitivanja uvjeta osvjetljenja hale kao i radi usporedbe praktičnosti ugradbe i cijena raznih vrsti elemenata.

Rubni elementi su s jedne strane oslonjeni na cik-cak zid od opeke u vapnenom mortu. Dužina vala zida je 5,00 m i visina (strelice) 0,75 m, debljina zida je 25 cm. Iznad cik-cak zida predviđena je serklažna greda 80 × 15 cm, u koju je upet armirano-betonski monier zid. Cik-cak oblik zida ima zbog svoje velike krutosti funkciju da preuzme sve

ϕ 3,2 mm uloženima u svaku treću horizontalnu sljubnicu, kojima je zadaća da aktiviraju cijelu površinu presjeka stupa (Propisi SSSR N i Tu 120-55).

Zakrivljeni dio ljuske sastoji se od prefabriciranih montažnih pravih gredica od monta opeka 8 + 2 cm, položenih u uzdužnom smjeru, i od zakrivljenih gredica istih dimenzija za polaganje u poprečnom smjeru. Izvedba će odlučiti koji je smjer gredica ispravniji. Gredice se spajaju u montažne elemente veličine cca 10—12 m^2 u kalupima na

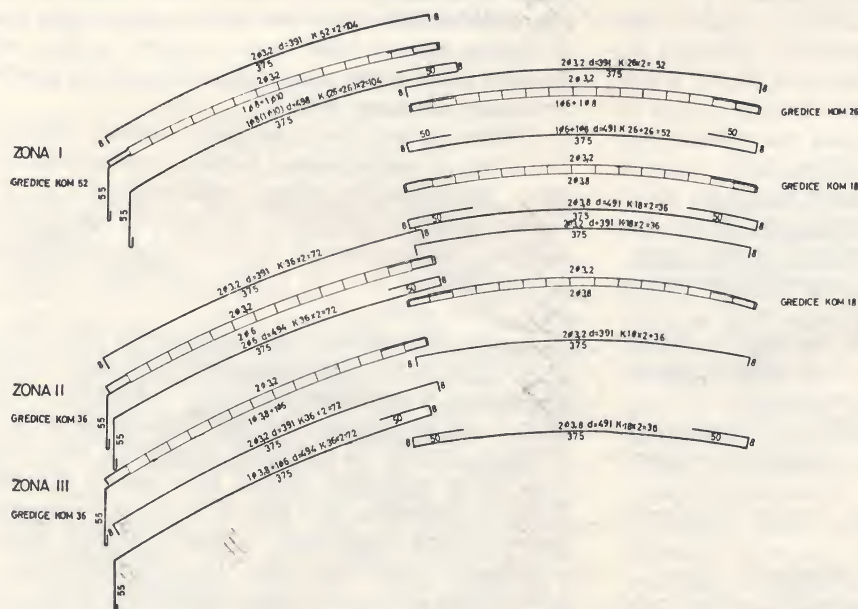


Sl. 11a

horizontalne sile koje djeluju u oba smjera. U zidu se mogu izvesti i vertikalni prozori za rasvjetu.

Cijena zida od opeke u vapnenom mortu, iako je zid lomljen, u pogledu jeftinoće stoji izvan konkurencije, a naročito s obzirom na raspon hale 25,00 m. S druge strane, ljuska je preko rubnog rešetkastog nosača oslonjena na stupove od opeke MO 150 u cementnom mortu, s mrežicama od žice

podu, podižu se na skelu i vežu se armirano-betonskim rebrima za ukrućenje na međusobnom razmaku 5,00 odnosno na 3,30 m. Armatura gredica dolje je 2ϕ 6 mm i gore 2ϕ 3,2 mm. Osim armature smještene u prefabricirane gredice ljuska dodobiva još kosu armaturu (pod 45° prema izvodnici plašta). Ova kosa i jedan dio poprečne (odnosno uzdužne)armature dolaze u sloj konstruktivne gla-



	⌀3,2	⌀3,8	⌀6	⌀8	⌀10
m'	1454,3	829,3	894,9	622,6	246,4
kg	93,0	73,8	196,8	242,8	152,7

Sl 11b

zure, debljine 2 cm, koji se s gornje strane nanosi polaganjem, dok se s donje strane mora torkretirati. Donja kosa armatura mora biti vezana žicom na gornju armaturu barem na svakih 25 cm u jednom i u drugom smjeru.

U sl. **10 (a, b)** prikazana je armatura rubnih elemenata, kosa armatura plašta ljuske i poprečna armatura za slučaj upotrebe uzdužnih ravnih gredica.

Sl. 11 (a, b) prikazuje zakrivljene poprečne gredice s odgovarajućom armaturom.

Objekt se gradi u Institutu građevinarstva Hrvatske za stalnu upotrebu, a ujedno će služiti i kao pokusni objekt za ispitivanje ove vrsti konstrukcija. Izvodi ga građevno poduzeće »Tempo« Zagreb.

Stupovi prikazani na **sl. 9** u sredini većeg raspona presjeka su 38 × 38 cm od opeke u cementnom mortu. Ti stupovi imaju odozgo sloj stiropora visine 2,5 cm, koji omogućuje slobodno progibanje rubnih elemenata ljuske pod opterećenjem. Ovi stupovi imaju svrhu da spriječe i rušenje ljuske u slučaju neuspjeha pokusa; u istu svrhu ugrađena je u rubne elemente ljuske i armatura za pokrivanje negativnih momenata ako se rubni elementi pretvore u kontinuirane grede sa dva polja. U slučaju uspješno završenih pokusa ovi se stupovi ruše.

Isto tako su u rubne elemente ugrađene i zatege koje imaju sigurnosnu svrhu, tj. da spriječe rušenje ljuske u slučaju neuspješnog pokusnog opterećenja, tj. da ljusku pretvore u zasvedenu konstrukciju sa gipkim zategama.

Zatege su providene navrtkama čiji narez mora imati promjer vrata površine f = 4,14 cm^2. Takvih zatega predviđeno je 7 komada.

Postepenim polaganim otpuštanjem zatega svedena konstrukcija se pretvara u čistu ljusku. Nakon uspješno provedenog pokusnog opterećenja zatege se odrežu.

Monta opeka 8 cm, je produkcija Ilovac — Karlovac.

Utrošak čelika na 1 m^2 tlocrtne površine iznosi 20 kg.

PROBLEMI GRAĐENJA JEDNE OBALE U BAKARSKOM ZALIVU

Ing. **Ratko Čičin-Šain**, Rijeka

Bakarski zaliv je lijep i zanimljiv za putnika ili izletnika, ali je najmanje isto tako zanimljiv i za građevinara, s obzirom na sastav temeljnog tla njegovog obalnog područja. Te osobine tla, osim pri prethodnom ispitivanju i studiranju u svrhu bilo kojeg građenja, manifestiraju svoju specifičnost i samoživost na deformacijama već izvedenih građevina. Možda baš po tom tzv. zlu glasu, bakarski je zaliv graditeljima najbolje poznat.

Cio bakarski zaliv je u geološkom smislu jedan član cijelog niza geoloških usjedlina, detaljna kotlina dugačke usjedline koja počinje ispod Klane, proteže se skoro cijelim tokom Rječine (osim samog proboja kod Banskih Vrata na njeno ušće), dolinom Orehovica—Draga, Bakarskim zalivom, Bakaračkom udolinom, pa preko Križišća na plodni Vinodol, s vidljivim nestajanjem pod more kod Novog. Cio taj kraj, sve te doline, inače lijepe i zelene s mnogo vode i izvora, okarakterizirane su:

— vrlo strmim pobočjima;

— velikim naslagama glina na njenim rubovima, koje su se tamo taložile nakon kataklizma sjedanja, a mahom dopremljene vodama;

— ne odredivim ili jako teško odredivim položajima tvrđih nosivih slojeva eocenskog vapnenca u tim zonama;

— prisustvom većeg broja izvora, nadzemnih ili podzemnih;

— velikim brojem manjih klizišta;

— sličnim što takove formacije uvijek prati, bile one pod ili nad morem.

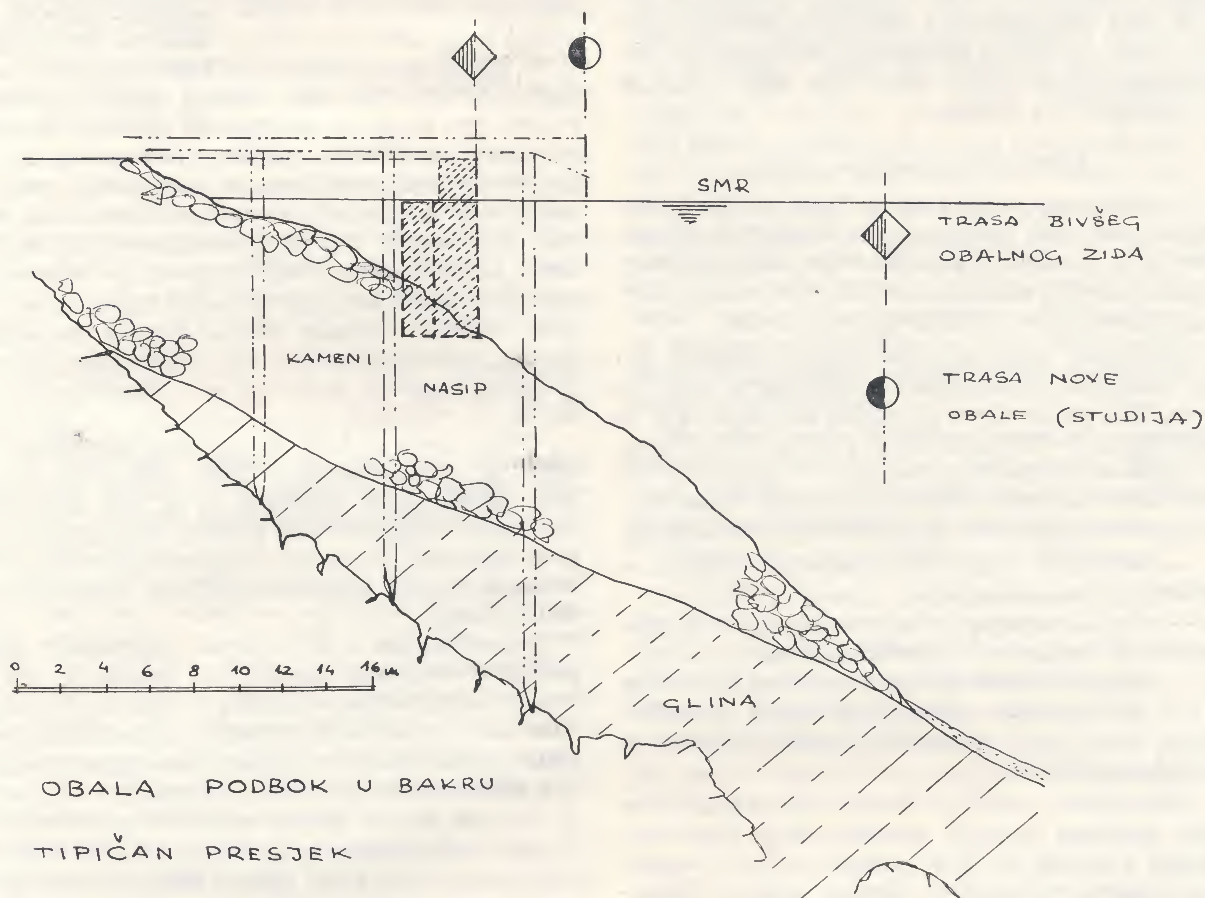
Zvaničnim pripojenjem Rijeke Italiji nekoliko godina poslije Prvog svjetskog rata pala je odluka za građenje veće potrebne operativne obale u Bakru. Na osnovi analize mikrolokacije ta obala je izgrađena na mjestu nazvanom Podbok, u duljini cca 200 metara. Čim je bila dovršena, 1928, deformirala se, a malo iza toga se i srušila. Nije to bilo rušenje običnog karaktera, uz postepena deformiranja i postepena popuštanja, već nakon prvobitnih deformacija spontano prevrtanje preko nasipa u dubine zaliva, tako da je zapravo u dnu zaliva duboko ispod bivše obale teško identificirati ostatke srušenog obalnog zida.

Teško je reći koji je pravi uzrok rušenju te obale jer ne raspolažemo tačnim komisijskim nalazima. No i bez tih nalaza, ispitivanjem tla za potrebno ponovno građenje operativne obale na tom mjestu, studiranjem i uporeðenjem, dobivaju se nekoji faktori koji su vjerovatno imali uticaja na rušenje te obale.

1. Na tada postojećem prirodnom strmom dnu izveden je, čini se bez sondažnih podataka, temeljni nasip koji je poravnat oko kote — 6,00 da se stvori ploha za polaganje obalnog potpornog zida. Taj nasip je, sudeći po sadanjim profilima, bio izvođen bez nekog naročitog obzira na njegovu stabilnost. Kako je prirodno dno bilo vrlo strmo, prirodni se pokos nasipa dugo pod morem praktički »pratio« s pokosom prirodnog dna. U većim dubinama je ipak pokos dna izbio ispod nasutog, i time je bila određena završnica nasipa, ali ta nije imala, pa

nema ni sada, bilo kakove stope, berme, učvršćenja tako postavljenog nasipa. Sav taj nasip je ležao na glinenom tlu, promjenljive debljine, ali jače strmine.

2. Iza tadanje obale nalazi se na kopnu i sada vidljivo lice otkopanog kamenoloma, odakle se kopao kamen za izvršenje tog nasipa. Taj kamenolom je u masivu vapnenca formiranog prije usjedline, ruba gornjih preostalih primarnih slojeva. U tom masivu se vide jaka gnijezda crvenice, koja i sada gdje je neosigurana, povremeno raskvašena kišom, stvara lokalna manja klizišta, zapravo, istresa se iz džepova koji su na jednoj strani ostali nih radova izvedenih na izgradnji novih gatova V i VI u južnom dijelu tršćanske luke. Tadanji podmorski graditelji su opravdano uzeli za uzor takove zidove. Nažalost, kasnije se pokazalo da je taj profil primijenjen u Trstu krivo izabran. Talijanska vlada je morala potrošiti mnogo sredstava da sanira oba ta velika gata. Sanacija tih gatova je i sada još uvijek primjer velikih radova popravaka na obalama. Isti profil je bio primijenjen i u Šibeniku, pa je doživio istu sudbinu kao njegovi predšasnici u Trstu. U Bakru je tada uzeto gornjih cca 2/3 presjeka zida jer je i obala bila predviđena plića.



otvoreni otkopom. Nije poznato, ali možda se moglo dogoditi, da je s kamenom nehotice bila ugrađena u podmorsko nasipno tijelo stanovita količina takove crvenice. Ova crvenica postaje vremenom topljiva u vodi. Taj kraj obiluje izvorima (granica propusnog starog vapnenca i mlađe naslage nepropusne gline). Izgradnjom obalnog zida je podmorski izvor bio prisiljen da teče ispod zida kroz temeljni nasip. Ukoliko je u svom proticanju naišao na predjele sa više crvenice, morao ju je vremenom isprati. Ovim mogućim razrahljivanjem je prijašnja nestabilnost nasipnog tijela bila još više naglašena.

3. Projektom je bila predviđena primjena obalnog zida od umjetnih blokova. Oblik presjeka je izabran prema presjecima do tada najnovijih slič-

4. Nažalost tadanja mlada država nije za svoje pomorsko-tehničke radove raspolagala plovnom dizalicom kojom bi se mogli manipulirati prefabricirani blokovi za izgradnju obale u Bakru. Radi toga je prihvaćen predlog da se umjesto zida od blokova izgradi obala od podmorskog kalupnog betona. Međutim, jedinična cijena podmorskog zida od kalupnog betona je bila nešto veća od one od blokova, pa se tražilo povećanje troškovnika. Kako je s druge strane sav rad bio odobren od vlade u Beogradu, a njegovi parametri su bili ušli u budžet, oblik se nije mogao mijenjati niti troškovnik povećati. Trebalo je izraditi obalu istih veličina, ali time da bude podmorskog betona ugrađeno za onoliko manje koliko je on skuplji za

zid od blokova. Duljina obale i gaz se nije mogao mijenjati, pa je primijenjen ekonomičan profil tanjeg zida s povremenim pojačanjima, utvrdicama, koji bi radi toih rebara trebao da bude isto toliko otporan kao osnovno odobreni zid od blokova. Nakon predloga i odobrenja obala je izgrađena s tim presjekom.

Da li se obala srušila iz jednog, dvaju, svih četiriju, od gore navedenih razloga, ili možda nekog petog i šestog razloga koje se nije uspilo naknadno proanalizirati, teško je reći. Na svaki način bilo je dosta razloga da dođe do rušenja.

Nije se srušila cijela obala. Preostao je zapadni ugao u duljini cca 40 m i istočni u duljini od cca 15 m, oba deformirana i popucana. Međutim, sila kola lomi, i potreba prometa je postepeno te batrljke oglasila kao tzv. operativne obale, koje se upotrebljavaju i danas.

Planiranja uspostave obale

U godinama prije rata je bilo izvedeno više idejnih projekata za uspostavu obale Podbok, masivne i na betonskim šipovima. Do realizacije nije dolazilo iako je u bazenu vrlo konjunkturnog lučkog Sušaka postojala jaka potreba za to.

Ipak je tik prije rata bio izveden ozbiljniji pokus zabijanja armirano-betonskih šipova kroz taj nasip. Bila su izrađena tri pilota presjeka 45 × 45 cm, duljine 10—12 m. Jedan je pobijen ukoso, drugi je prilikom pobijanja pukao, a treći je pukao već prilikom transporta. Kako se kasnije ustanovilo, rad probnog pobijanja nije uspio, iz više razloga:

— makara je bila brlo primitivna, drvena sa batom koji slobodno pada,

— nije se raspolagalo dobrom dizalicom za prenos teških armirano-betonskih šipova,

— odnos težine malja makare prema težini šipa je bio tako mali da makara nije mogla upravljati šipom, koji je pri stanovitoj dubini djelovao na malj kao nakovanj.

Odmah iza rata, da bi se dalo osposobiti što se dade, izrađena je 1947. dodatna obala zapadnom ostatku u duljini od 35 m, tako da se tada raspolagalo obalom duljine 80 m. Dodana obala je bila izrađena na jelovim neobradivim pilotima — stablima. Takav elemenat je u bakarskom podmorskom zou bio farma svim mogućim nametnicima drveta, i obalu je nakon dvije godine trebalo početi popunjavati u šipovima. Takovo stanje se održavalo do godine 1951, kada je i ta gnjila i opasna drvena konstrukcija odstarnjena radi sigurnosti rada.

Radovi na izvođenju te provizorne drvene obale na jelovim šipovima dali su dragocjen podatak: šipovi se ipak mogu uspješno pobijati kroz taj preostali kameni nabačaj, iz dva razloga:

— drvo je elastičnije od betona i prilikom nailaska na neki veći kamen donekle se oblikom i prilagodi u prodiranju,

— odnos malj makare (pilot mnogo je povoljniji nego u slučaju teškog betonskog pilota).

To se dokazalo prilikom čupanja drvenih pilota dizalicom, kada je ustanovljeno da su šipovi bez nekog naročitog oštećenja ili devijacije lako išli i 6—8 m kroz uležani kameni nasip. Piloti su bili lebdeći.

U međuvremenu je prostudiran projekat mosne betonske obale, koja bi počivala na masivnim stupovima razmaka 12 m, povezanih uzdužnim i poprečnim nosačima i betonskim platicama kao korisnom površinom. Taj projekat, s obzirom na osjetljivost i neodređenost nosivosti tla, predviđao je reducirano opterećenje na operativnoj obali i bez mogućnosti postavljanja dizalica na takvu obalu. Kako je to u osnovi vrlo teška varijanta za lučku operativu, bilo je potrebno varijantu pojačati ili tražiti nove načine izvođenja obale na tom mjestu.

U vezi s tim, a naročito za izgradnju priključka tog dijela obale na stari zapadni ostatak, izvedene su prvi put sondažne bušotine na toj obali. Do tada se naime, na temelju starih profila arhive, uvijek vjerovalo da umjetni kameni nasip leži na podlozi vapnenaste pećine. No sondažne bušotine su svugdje dali veće ili manje slojeve gline, pješčenjaka, slabe breče i sveg onog što prati karakteristiku zone drobljenja kod usjedline. Na svemu tome leži stari temeljni kameni nasip. Negdje su slojevi čvrstog vapnenca nađeni par metara pod glinom, a negdje je sonda prodirala vrlo duboko a da nije naišla na vapnenac.

Prema tome se došlo do sasvim druge slike o tlu nego se pretpostavljala. Osim prisustva slojeva gline, došlo se do činjenice da je vrlo teško naći pravilnost rasprostiranja gornjeg lica nosivih slojeva vapnenca. To je jako razgibana površina, puna skokova, pojava karakterističnih za takovu geološku lokaciju.

S obzirom na to da stoji na raspoloženju takvi podaci o stvarnom sastavu tla, otpala je prvenstveno namjeravana varijanta s masivnim elementima kao mosna konstrukcija, i konačno se ostalo na mišljenju da je na tom mjestu izvodljiva konstrukcija samo pobijanjem — u alternaciji — lebdećih ili stojećih šipova, prema rezultatima probnih pobijanja širih razmjera. Na taj je zaključak navelo i iskustvo na izgradnji drvene obale da se u takav nasip mogu pobijati šipovi, uz primjerno odabiranje materijala i upotrebu odgovarajućeg uređaja. Na svaki način stvoreno je odlučno mišljenje da je takvo tlo vrlo nepodesno za masivnu gravitacionu obalu, pa treba naći prikladan raščlanjeni tip konstrukcije.

Prostudirani su i izabrani neki tipovi šipova za probno pobijanje. Pri tom su uzeti armirano-betonski šipovi u jednom komadu, armirano-betonski šipovi spojeni od dva komada s pobijanjem jednog pa drugog dijela, spojeni šip gornjeg dijela od armiranog betona i donji jelov, osmerokutni, šesterokutni, četvrtasti. Namjeravano je da se pobiju kao stojeći, time da probiju nasip i glineni sloj do nosivnog sloja vapnenca, a jedan i kao lebdeći, radi pokusnog opterećenja. Rezultat probnog pobijanja, uz raspolaganje teškom parnom plovnom

makarom, zadovoljio je; svi su šipovi pobijeni, osim jednog koji je uslijed pomicanja plovnog objekta dobio ekscentrične udarce i pukao. Glavni pozitivni rezultati su bili:

— uz raspolaganje pogodnom makarom šipovi se dadu kroz taj materijal lako pobiti;

— pobijanjem se može izvršiti čvrst kontakt sjedanja stope šipa na novisi sloj vapnenca;

— lebdeći šip dao je pri opterećenju, uza sve to što se pod teretom deformirao, rezultat nosivosti između 30 i 60 t, — 30 t je nosio, a kod 60 t se deformirao.

Na nesigurnost pobijanja šipova kao u slučaju probnog šipa ukazuje ovo:

— slaba mogućnost izvođenja solidnog spoja dvaju betonskih šipova, koji teško može da zamijeni puni profil šipa,

— vrlo teško prethodno određivanje potrebne duljine šipa, s obzirom na vrlo teško određivanje tačne kote nosivog sloja vapnenca na koji bi trebao šip da sjedne tako da može vrlo lako nastupiti slučaj da je šip predugačak ili prekratak,

— armirani betonski šipovi su dosta osjetljivi i prekruti za ovaj kameni nasip,

— ovako teški armirano betonski šipovi mogu se pobijati samo teškom makarom, koja uslijed jačine udarca lako drobi glavu šipa,

— osim teške makare potrebno je raspolagati posebnom dizalicom za manipulaciju teškim šipovima pri prenosu od posebnog gradilišta šipova na gradilište obale.

Uza sve te uočene nedostatke, prednosti izgradnje obale tim postupkom su tolike, da se najvjerovatnije može sa sigurnošću pristupiti takvom radu, birajući npr. spojene armirane betonske šipove, s tim da treba računati s neugodnostima koje su zapažene pri probnom pobijanju.

Sasvim je sigurno da će takva vrsta izgradnji obale, tj. pobijanjem stojećih šipova, na tom temeljnom tlu biti najpovoljnija.

Izabravši konstrukciju stojećih šipova kao najpogodniju za dani slučaj tla i vrste opterećenja konstrukcije, ostaje nam da nastojimo

— iznaći najpodesnije načine kako bi se izbjegle slabosti koje su se pokazale pri probnom pobijanju, ili

— iznaći takav način pobijanja šipova koji bi te slabosti sveo na minimum ili potpuno eliminirao.

U ovome mogu mnogo da pomogu iskustva postignuta na konstrukcijama s pobijenim šipovima u Skandinaviji — Norveškoj i Švedskoj. Naročito su u Norveškoj na više mjesta geodetski i geološki profili vrlo slični onima u bakarskom zalivu, a svrha konstrukcije je ista kao u ovom slučaju. S obzirom na strukturu tla na više mjesta u Norveškoj, tako naročito u Oslu, razvili su Norvežani uvelike postupak pobijanja temeljnih stojećih šipova kroz glinene slojeve i kamene nasipe do nosivog sloja pećine s vrlo razgibanom površinom. Te načine fundiranja, uz neočekivano veliku nosivost takovih elemenata za izvijanje, obradio je i objavio Norveški institut za geomehaniku u Oslu.

Na osnovu tih iskustava primijenjeni su u tim zemljama prikladni elementi za obalne konstrukcije. Oni se sastoje od podesno profilirane cijevi — okrugle ili od tri privarena C profila — koja je opremljena posebno prostudiranim vrhom, srednjeg promjera 40—50 cm i debljine stijenki 8—10 mm. Takve cijevi su pobijane dizel-makarom u glinene i kamene slojeve do dubine gdje nađe dovoljan otpor. Prethodno sondiranje potrebno je samo informativno za projekat. Cijev se pobija u elementima oko 12 m; kad je jedan elemenat pobijen navari se drugi i nastavlja pobijanje, itd. Kad je šip konačno sjeo na čvrsto nosivi sloj, autogeno se odreže dio cijevi koji je suvišan. Taj odrezani komad cijevi se odmah upotrijebi kod slijedećeg šipa, tako da praktično nema otpadaka. Nakon što je cijev pobijena do nosivog sloja, ispuni se betonom, i to dio od stope do cca 2 m ispod dna bez armature, a odatle dalje s armaturom. Betonira se kontraktorom. Cijev nije uzeta u statički račun, već samo beton, odnosno armirani beton. Izračunato je da je za potpuno korodiranje cijevi debljine 10 mm potrebno 50 godina; ustvari čelična košuljica stupa uopće nije potrebna.

Na takav način izvedeno je već više građevina. Nekoji šipovi su pobijani dok se dođe do tvrđeg nosivog sloja, do 67 m dubine, bez naročitih teškoća pri manipulaciji ili pobijanju.

Prednosti ovakovih šipova su slijedeće:

— Nije neophodno da se zna tačna duljina šipa, odnosno kota nosivog sloja vapnenca, jer se varenjem ili rezanjem vrlo lako i bez otpadaka mijenja duljina cijevi. Ovo naročito dolazi do izraza u slučaju vrlo razgibane površine nosivog sloja.

— Šip je potpuno monolitan jer nema osjetljivih spojeva. Spojevi armiranih betonskih šipova su uvijek problematična i osjetljiva mjesta.

— Pri građenju nije potrebno posebno gradilište za izradu šipova. Ovo je naročito važno u Bakru, gdje su terenske prilike uz potrebe operativnosti obale vrlo skučene pa bi gradilište trebalo organizirati na drugoj strani obale. S tim vezani transporti svakako su skupi i za glomazne betonske (klasično armirane ili prednaprengute) šipove riskantni. Prenos čeličnih cijevi je lakši, jednostavniji, manje osjetljiv. One se mogu podizati vitlom makare.

— Šuplja cijev je razmjerno vrlo lak šip, pa zbog toga nije potrebna teška makara, nego se pobijanje može izvesti srednje lakom dizel-makarom. Lakša makara manje oštećuje šipove, naročito ako su ovi uz to još čelični,

— Čelične cijevi su vitke i prodiranjem kroz kameni nasip mogu da se blago ugnu, nekoj čvršćoj prepreci, što krut armirani betonski šip ne može. Osim toga su armirani betonski šipovi i osjetljiviji na drobljenje i oštećivanje,

— Čelični šipovi imaju mnogo čvršću površinu koja se manje oštećuje pa stoga trenje pri prodiranju ne raste s oštećivanjem površine šipa, nego samo proporcionalno njegovoj duljini.

Glavni prividni nedostatak tih šipova je njihova nabavna cijena. Ako se s druge strane uzme u obzir:

— realna gradilišna kalkulacija, s obzirom na lakše transporte čeličnih cijevi,

— da nije potrebno gradilište za šipove,

— činjenica da i u slučaju armiranih betonskih šipova pobijenih u tlu sa dobrim lateralnim otporom imamo dosta izgubljene uzdužne armature,

— neosporna velika sigurnost i određenost izvođenja na lokacijama kao što je Podbok u Bakru, dolazimo do zaključka da projektant i investitor, u slučaju da se ne može naći nekog treće bolje rješenje, treba da odvagnu između prividnih većih troškova i lakšeg izvođenja s jedne strane i prividnih manjih troškova uz teže izvođenje s druge strane.

Ovo je kraći opis građevinarske problematike jednog bivšeg i budućeg gradilišta na značajnijoj saobraćajnoj poziciji i na zanimljivom tlu. Namjera ovog članka nije da daje prednost ovoj ili onoj varijanti, već da upozna zainteresirane s takovim problemom radi daljnjeg svestranog proučavanja tla, konstrukcije i građenja.

Bit će interesantno da se u časopisu dade i izvještaj o izvršenoj građevini, poteškoćama i iskustvima pri građenju, kao i o rezultatima pokusnih opterećenja. Do toga predstoji još rada i truda.

EKONOMIČNOST UPOTREBE KRANOVA U VISOKOGRADNJI

Mihovil Ferenšćak, Zagreb

Kod klasičnih građevinskih radova, kao i kod montažnih i polumontažnih radova na moderno opremljenim gradilištima, većinom se upotrebljavaju pokretni toranjski kranovi za horizontalno i vertikalno prenošenje tereta (elemenata) i za postavljanje elemenata.

U praksi se danas na našim gradilištima upotrebljavaju kranovi s horizontalnom rukom i mačkom i kranovi s pomičnom rukom. Kod prvih je ruka krana nepomična i ima na sebi pokretnu mačku. Teret se diže pomoću užeta koje prolazi kroz »mačku«. Horizontalno prenošenje tereta, odnosno pomicanje, obavlja se pomoću horizontalnog pomicanja mačke. To su uglavnom kranovi proizvodnje Fiorentini, Loro & Parisini, Jules Weitz i sl.

Kod druge vrste kranova ruka krana je pomična, teret se diže pomoću užeta koji prolazi vrhom ruke, a horizontalno prenošenje tereta, odnosno pomicanje, obavlja se pomoću dizanja odnosno spuštanja ruke. U ovu grupu spadaju kranovi proizvodnje Skip, Metalna, Liebherr i slični.

Za obavljanje pojedinih radnih operacija na obim vrstama kranova su ugrađeni pogonski elektro-motori. Tako imamo motore za horizontalno pomicanje krana po tračnicama, nadalje za vertikalno dizanje tereta i za horizontalni prenos, ili za tzv. podešavanje tereta.

U priloženu tablicu unijeti su karakteristični podaci pojedinih vrsta kranova koji se danas češće nailaze na našim gradilištima.

Vrst krana	Tip	Horizontalna ruka			Ruka pod kutem 45°			Snaga motora						Vrijeme radne operacije	
														Vertik.	Horiz.
		Nosivost kg	Visina kuke m	Dužina ruke m	Nosivost kg	Visina kuke m	Najmanja horiz. udalj. m	Ukupno kW	Pogon krana kW	Dizanje tereta kW	Horiz. pomic. tereta kW	Ostalo kW	Satovi montaže	Minuta	Minuta
Fiorentini	GT 30/32c	1350	32	23	1650	47	16,5	34	2×5,2 10,4	17,5	1,50	4,6	960	1	1
Jules Weitz	G 45 HV	1000	37	30				25	2×3,6 7,2	13,2	1,50	1,1	1400	1	1
Liebherr I (Metalna)	25A/30	1250	28,70	20	1400	37,6	14	29	2×3,85 7,70	13,4	6,5	1,4	240	1	1
Liebherr II (Metalna)	45A/15	1500	42,20	30	1870	57,3	20	47	2×8.5 12,9	18,10	13,4	2,7	500	1	1

Prema naprijed navedenoj tablici utrošak energije za vertikalno dizanje 1 t tereta je za

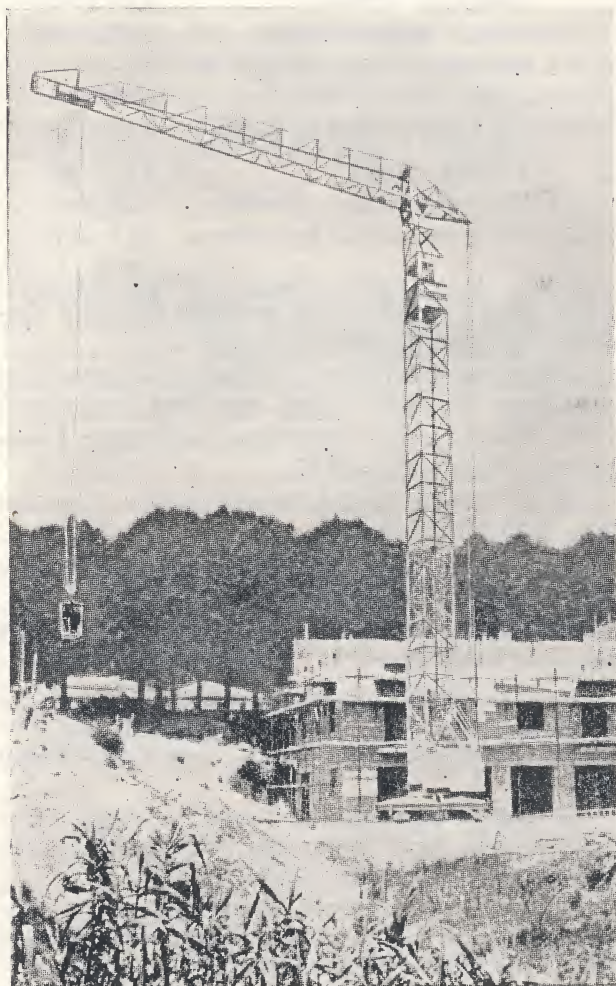
kran Fiorentini	13,0 KW
kran Jules Weitz	13,2 KW
kran Liebherr I	10,7 KW
kran Liebherr II	12,0 KW

Za horizontalno pomicanje tereta, za

kran Fiorentini	1,1 KW
kran Jules Weitz	1,5 KW
kran Liebherr I	5,2 KW
kran Liebherr II	8,9 KW

Ukupno za vertikalni i horizontalni prenos:

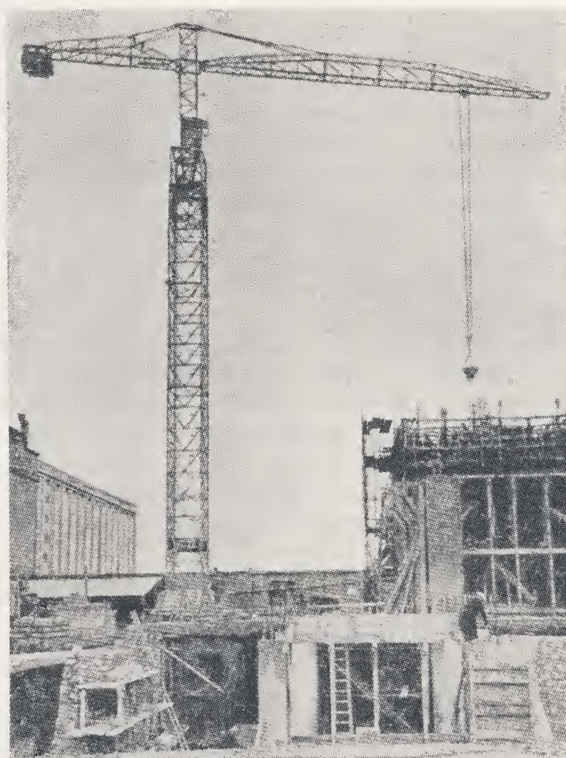
kran Fiorentini	14,1 KW
kran Jules Weitz	14,7 KW
kran Liebherr I	15,9 KW
kran Liebherr II	20,9 KW



Sl. 1: Fiorentini 30/32C

Teoretski kapacitet krana iznosio bi 1 minutu za dizanje teerta, 1 minutu za horizontalni pomak krana i tereta, 1 minutu za spuštanje praznog koša ili slobodne kuke, 1 minutu za okretanje krana oko vertikalne osi, ili ukupno 4 minute za jednu radnu operaciju, odnosno 15 radnih operacija na sat. Prema tome je teoretski kapacitet

krana Fiorentini	1350 × 15 = 20 250 kg/sat
krana Jules Weitz	1000 × 15 = 15 000 kg/sat
krana Liebherr I	1250 × 15 = 18 250 kg/sat
krana Liebherr II	1500 × 15 = 22 500 kg/sat



Sl. 2: Jules Wietz G 45 HV

Da bi se dobio efektivni radni kapacitet krana, treba teoretski kapacitet krana umanjiti za utjecaje specifičnih uslova gradilišta i raznih sitnih zastoja u samom radu krana.

Efektivni radni kapacitet krana bio bi dakle teoretski kapacitet krana umanjen za popravni koeficijent. Vrijednost popravnog koeficijenta zavisi od specifičnih uslova gradilišta, tipa krana i raznih sitnih zastoja na gradilištu.

Pod specifičnim uslovima gradilišta podrazumijeva se ,između ostalog:

— da li se s kranom prenose samo tereti koji se pojavljuju pri tradicionalnom građenju,

— koja je vrsta tradicionalnog građenja (zidovi od opeke s armiranim betonskim stropom, ili skeletna armirana betonska konstrukcija s ispunom od opeke),

— da li se izvodi kombinacija skeletne armirane betonske konstrukcije s polumontažnim stropovima i ispunama od opeke,

— da li se izvodi montažna skeletna konstrukcija, montažni strop, ispuna od prefabriciranih elemenata.

Odlučujući faktor za maksimalni efektivni kapacitet jednog tipa krana je najveći dopustivi teret na najvećoj horizontalnoj udaljenosti od krana (ruka krana). Isto tako utjecaj na maksimalni efektivni kapacitet krana ima i to da li kran ima horizontalnu ruku s mačkom ili pomičnu vertikalnu ruku.

Sitni zastoji u radu mogu biti uzrokovani čestim prekidima u opskrbi električnom energijom, zbog preslabo dimenzioniranih elektro vodova, zbog smetnja nesmetanom okretanju krana za 360^0, zbog čestog kvara na strojevima koji rade u istom radnom procesu građenja (miješalica za beton, miješalica za mort, transportnih sredstava za horizontalni transport itd., pervibratora ili vibratora itd. Efektivni radni kapacitet krana to više opada što su pojedinačni tereti koji se dižu pomoću krana manji u odnosu na maksimalno dopušteni teret i što je dulje vrijeme utovara i istovara tereta s kuke nosivog užeta. Napr.: za jednu potpunu radnu operaciju (dizanje, prenošenje, spuštanje) prema normama u građevinarstvu GN 900, dizanje 20 m visoko i horizontalni preniijeti 20 m daleko potrebno je:

za 1 t betona 0,0707 h (GN 900, 115-1),

za 1 t predmeta do 100 kg težine pojedinačno 0,8700 h (GN 900, 115-Z).



Sl. 3: Liebherr 25 A/30

Na jednom gradilištu, koje je autoru ovog članka služilo kao primjer, izvodila se desetorokatna zgrada visine do 35 m s pratećim prizemnih objektom visine do 10 m. Zgrada je armirano-betonska skeletna konstrukcija klasičnog tipa s polumontažnim stropnim gredicama, povrh kojih se nakon montaže betonira ploča debljine 5 cm. U času uzimanja podataka zgrada je bila pod krovom i parapeti su bili obzidani zidom od opeke ,tj. bili su završeni grubi građevinski radovi bez razdjelnih stijena.

Na gradilištu je bio montiran kran proizvodnje Jules Weitz tip G 45 HV.Za 2000 radnih sati ugrađeno je sveukupno 15 000 t građevnog materijala, od čega 900 t montažnih gredica. Na jedan radni sat otpalo je 7,5 t.

Prema prosječnim normama u građevinarstvu GN 900,115, a prema vrsti materijala koji se prenosi, efektivni radni kapacitet krana za razne materijale iznosi:

1.	Opeka	20,7 t/sat
2.	Beton — mort	14,30 t/sat
3.	Nasipani materijal	9,40 t/sat
4.	Pojedinačni predmeti bez obzira na težinu	9,30 t/sat
5.	Drvena građa, oplata	8,05 t/sat
6.	Predmeti preko 300 kg težine	5,64 t/sat
7.	Predmeti do 300 kg težine	4,30 t/sat
8.	»Monta« opeka	4,29 t/sat
9.	Betonsko željezo, armatura	2,76 t/sat
10.	Predmeti do 100 kg težine	1.15 t/sat

Kako je u našem slučaju teoretski kapacitet ovog krana 15 t/sat, bio bi praktični popravni koeficijent u ovom slučaju $K_p = 0,50$.

Ako bi na ovom istom gradilištu bio upotrebljen neki drugi kran, bili bi, npr., popravni koeficijenti:

za Fiorentini tip GT 30/32c s teoretskim kapacitetom 20,25 t, $K_p = 0,37$;

za Liebherr I tip 25A/30 s teoretskim kapacitetom 18,25 t, $K_p = 0,41$;

za Liebherr II tip 45A/55 s teoretskim kapacitetom 22,50 t, $K_p = 0,33$.

Iz naprijed navedenih podataka možemo izvesti slijedeće zaključke:

1. U visokogradnji ,gdje pretežno dolaze za dizanje u obzir samo lagani tereti (do 1000 kg), rentabilni su kranovi koji imaju manju dopuštenu nosivost.

2. Organizaciju rada na građenju objekta treba tako podesiti da se kranovima po mogućnosti dižu maksimalno dopuštene težine.

Ekonomičnost upotrebe kranova u građevinarstvu očituje se u skraćenju vremena izvođenja i u smanjenju troškova izgradnje.

Upotrebom krana kao mehanizacije za vertikalno i horizontalno transportiranje pri izvedbi grubih građevinskih radova isključuje se do 80% nekvalificirane radne snage potrebne za prenos. 0va ušteda u odnosu na ukupan broj radnih sati potrebnih za izradu grubih građevinskih radova iznosi do 25%, što daje ukupno skraćenje roka izgradnje 10%. Navedeni podaci dobiveni su na temelju grubih pokazatelja. Tačniji podaci mogli bi

se dobiti tek na temelju promatranja na više jednakih ili približno sličnih objekata s istovjetnom mehanizacijom.

Da bismo izrazili ekonomski efekat primjene kranova kao sniženje troškova izgradnje u odnosu na objekt bez primjene krana, moramo se i ovdje poslužiti grubim pokazateljima. Ako je trošak radne snage u jediničnoj cijeni građevinskog produkta za visokogradnje nešto oko 12%, onda bi se ekonomski efekat primjene kranova, s obzirom na uštedu na nekvalificiranoj radnoj snazi, odrazio kao pojeftinjenje i do 3%. Ovo pojeftinjenje umanjilo bi se odnosno povećalo za neki stanoviti iznos ako bi se upotrebljavali kranovi koji zahtijevaju veću odnosno manju potrošnju električne energije za prenos 1 t težine. Što se tiče potrošnje elektro energije, prema ovom razmatranju su najnepovoljniji kranovi »Liebherr«. (V. naprijed navedene podatke).

Isto tako je jedan od važnih faktora pri utvrđivanju ekonomskog efekta primjene kranova i trošak montaže krana. U pogledu troškova montaže krana, kranovi proizvodnje »Liebherr« znatno su jeftiniji nego kranovi Fiorentini i Jules Weitz. (V. podatke u tablici.) Ovo je naročito važno kada se radi o kratkoročnom zaposlenju krana na gradilištu, jer onda ta ušteda dolazi do punog izražaja. Ako se kran zadržava na nekom gradilištu jednu i više godina ,ta ušteda na troškovima montaže gubi svoju prednost pred povećanom potrošnjom elektro-energije. Svakako, detaljna kalkulacija na konkretnom primjeru može dati i tačnije rezultate i utjecati na stvaranje odluke koji će se kran upotrebiti za dotično gradilište.

Uzmimo u razmatranje kranove Jules Weitz i Liebherr II, koji su po svojim karakteristikama najsličniji:

Za montažu i demontažu potrebno je

za kran Jules Weitz 2 × 1400 = 2800 sati montera
za kran Liebherr II 2 × 500 = 1000 sati montera

Razlika u korist krana Liebherr 1800 sati montera

Dakle, Liebherr II ima očitu prednost kada se radi o njegovom kratkotrajnom zadržavanju na objektu.

Ukupan utrošak elektro-energije za dizanje i pomicanje tereta i pokretanje krana za navedeni primjer 15 000 t prenesenih za 2000 sati bio bi

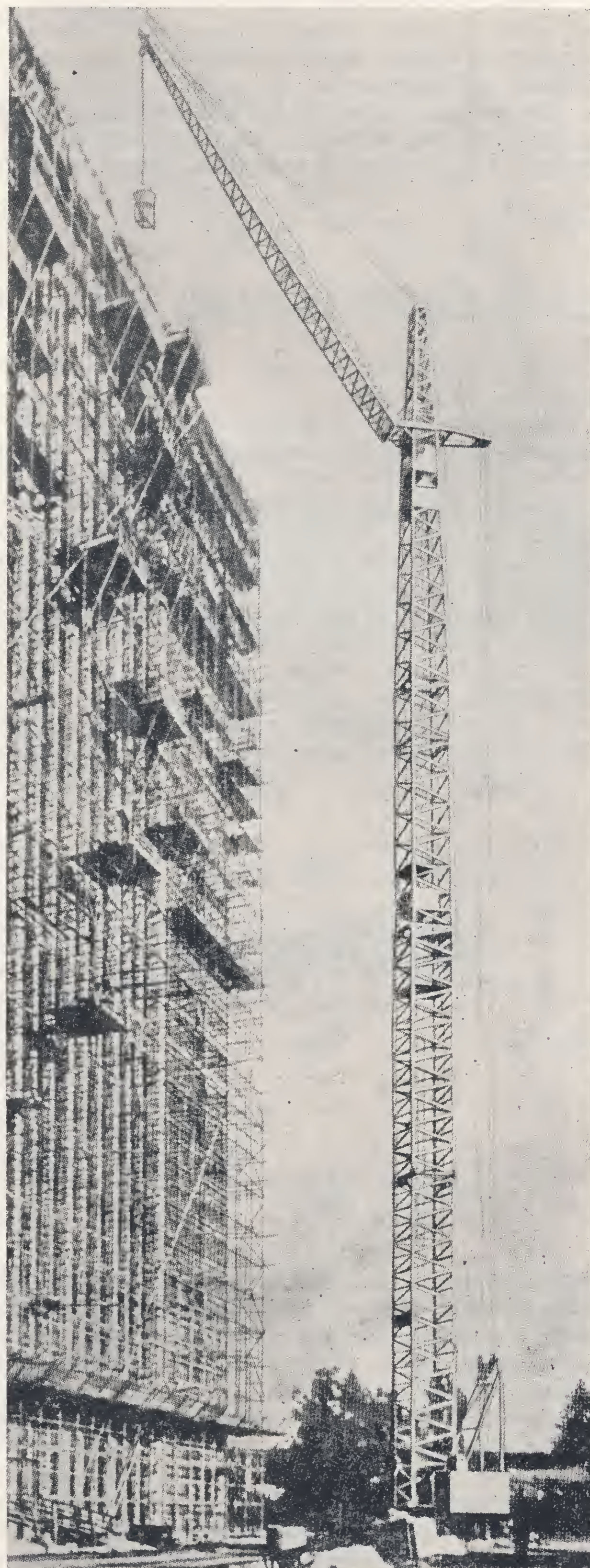
za kran Jules Weitz
2000 sati × 25 kW = 50000 kW sati

za kran Liebherr II
2000 sati × 47 kW = 94000 kW sati

Razlika u korist krana Julesa Wietz
44000 kW sati

Utrošak elektroenergije samo za horizontalno pomicanje tereta, uz pretpostavku ova radna operacija traje 25% od ukupnog vremena potrebnog za cijelu radnu operaciju, bio bi:

za kran Jules Weitz
500 sati × 1,5 kW = 750 kW sati



Sl. 4: Liebherr LM 45 A/55

za kran Liebherr II

500 sati × 8,9 kW = 4450 kW sati

Razlika u korist krana Jules Weitz

3700 kW sati

Ova razlika naročito je važna ako se radi o montažnom građenju.

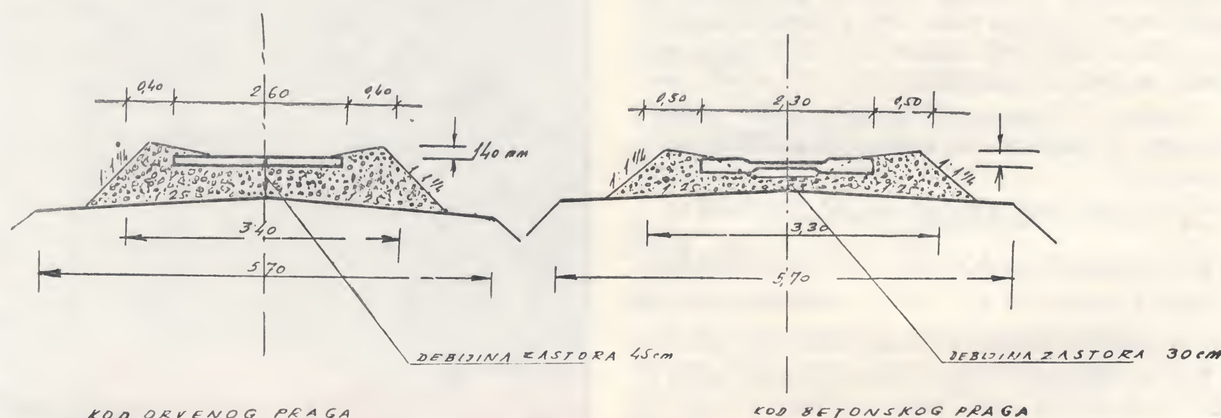
Prema tome, ušteda 44 000 kW sati na potrebnoj elektro-energije, umanjena za više trošak od 1800 radnih sati montera, predstavlja stvarni iznos o kojem treba povesti računa naročito kada se radi o gradilištu koje će biti u pogonu godinu i više dana.

Prema naprijed iznesenom, razmatranje o ekonomskom efektu upotrebe kranova u građevinarstvu dovodi do zaključka da se za svaki pojedini objekat, kada su poznate količine, vrsta i oblik tereta koje kranom treba prenositi, tek na temelju detaljnih kalkulacija može utvrditi koja je vrst i nosivost krana najekonomičnija.

VAŽNOST UGRAĐIVANJA ZAŠTITNIH SLOJEVA PLANUMA

Ing. **Dane Šikić**, Zagreb

Mnoge su pojave u željezničkom prometu uzročno vezane sa stanjem donjeg stroja trupa. Mane u kolosjeku ne zavise samo o jačini prometa i ispravnosti vozila nego i omogućnostima održavanja pruge, pa je za ekonomično i tehnički ispravno održavanje pruge od velike važnosti pravovremeno uočavanje nedostataka. Ako donji stroj željezničkog trupa nije dovoljno stabilan i otporan prema napadajućim silama nastat će sljeganja, izdizanja, potiskivanja i bubrenja trupa, a to uzrokuje nemirnu i neelastičnu vožnju pa direktno ili indirektno ugrožava sigurnost željezničkog prometa. Zato se traži da tucanički zastor mora biti sposoban da stalno pruža dovoljan otpor silama koje na njega djeluju i da ravnomjerno prenosi pritisak vozila na podlogu. Tehnički ispravnim održavanjem pruge mora se osigurati mirno kretanje vozila na elastičnoj i gipkoj podlozi da bi otpori i ručna sila bili smanjeni, vozna sredstva i kolosjek sačuvani, a propusna moć pruge veća.



Sl. 1: Normalni profili

Služba održavanja danas je još pretežno služba iskustva, ali se osjeća sve veća potreba da se i na tu granu službe primijene savremena saznanja mehanike tla, savremena sredstva izvođenja i organizacije rada. Zato se i služba održavanja mora prilagoditi napretku nauke i savremenim zahtjevima željezničkog prometa. Željeznički kolosijek može se shvatiti kao građevina koja mora ležati na sigurnim temeljima. Povećane brzine, veći osovinski pritisak, zamjena drvenih pragova betonskim, sve to izaziva povećano opterećenje podloge, i stoga se mora obratiti posebna pažnja na njezinu stabilnost. Za ocjenjivanje stabilnosti podloge treba ispitati osobine tla, kao i visinu podzemne vode u željezničkom trupu i u okolnom zemljištu. Osobine tla treba ispitati u laboratoriju da bi se dobile podloge za planiranje i izvođenje racionalnih i efikasnih mjera održavanja i poboljšanja podloge i kolosijeka.

Stručnjaci za gornji stroj već gotovo pola stoljeća poznaju štete koje izaziva zemljana kaša koja prodire u tucanični zastor zbog razmekšanja podloge. Da bi se spriječilo razmekšanje podloge, treba omogućiti pravilno ocjeđivanje vode s njene površine. Osim toga postavljaju se na zemljanu podlogu prelazni zaštitni slojevi, koji treba da spriječe postepeno utiskivanje zastora u podlogu i prodiranje razmekšanog tla u tucanički zastor te da zaštite podlogu od djelovanja mraza. Za ocjenjivanje osobina zaštitnog sloja treba poznavati sastav i veličinu zrna zemljišta podloge i zaštitnog sloja. Ispitivanja su pokazala da ugrađeni zaštitni slo-

jevi od krupnozrnatog pijeska debljine 20—30 cm ne mogu da spriječe prodiranje ilovače (izviruće zemljane kaše) u tucanički zastor, dok se to postiže sitnozrnatim pjeskovitim zaštitnim slojevima. Ova sposobnost zaštitnog sloja ne može se prosuditi od oka (tj. po opipu pod ruokm) kako to neki stručnjaci prakticiraju prilikom rada na terenu. Tehnički rukovodilac treba da samo odredi labilna mjesta na svom kolosijeku gdje će se kasnije uzimati probe za ispitivanje fizikalnih osobina zemljišta, kao temelj za izbor materijala za izradu zaštitnog sloja. Zaštitni sloj treba još da dobro raspodijeli opterećenja na podlogu, radi smanjenja specifičnog opterećenja podloge, i da omogući odvodnjavanje, pa mora sadržati veličinu zrna od najfinijeg do grubozrnatog materijala. Prisustvo sitnog pijeska spriječava prodiranje glinovitih čestica iz podloge u srce zaštitnog sloja. Prašinasti pijesak nije prikladan kao pokrivač planuma, zbog velike visine kapilarnog dizanja vode, velike osjetljivosti na na mraz i male otpronosti za smicanje. Za pokrivanje planuma prikladan je pjeskoviti i šljunkoviti materijal čiji stupanj nejednolikosti je

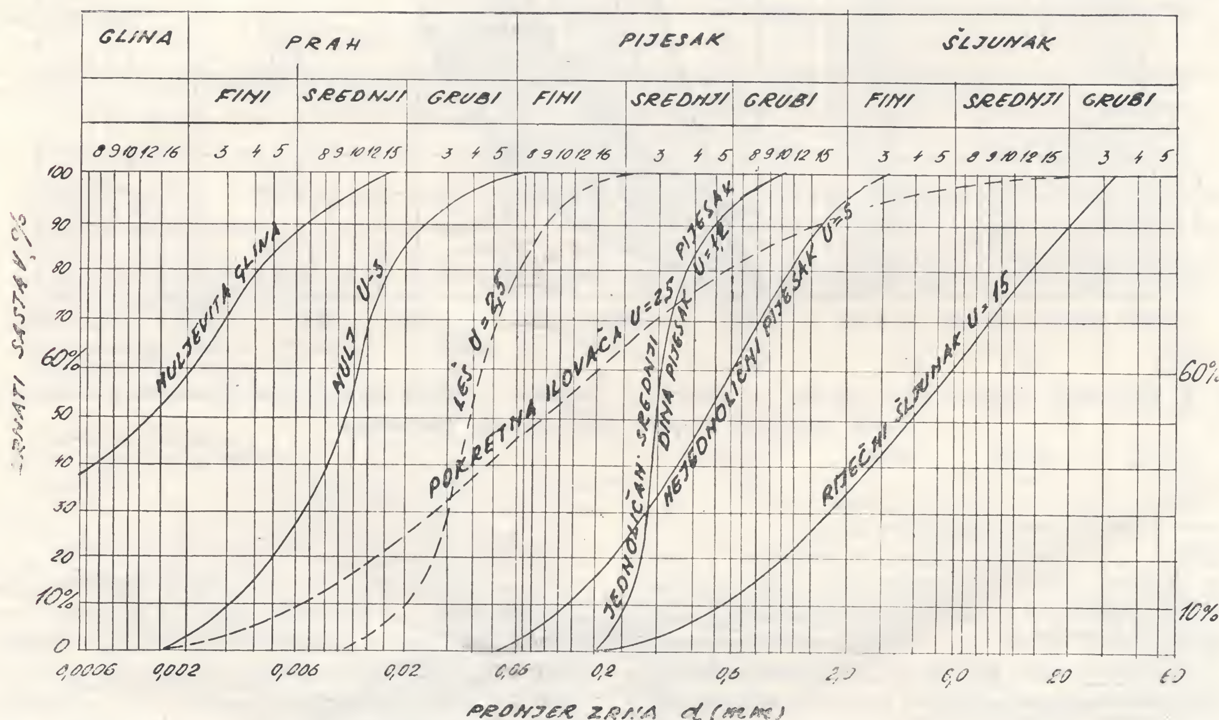
$$U = \frac{D\,60 \cdot | \cdot}{D\,10 \cdot | \cdot} = 5 — 7$$

pijeska za poboljšanje planuma kod južne direkcije.

Bubrenje kolosijeka nastaje često i kao posljedica smrzavanja trupa i nagomilavanja ledenih leća putem kapilarnog izdizanja vode iz nivoa podzemne vode. Tako nagomilane ledene leće stvaraju u proljeće prilikom odmrzavanja suvišak vode, koja raskvasi zemljani trup tako da promočen gubi prijašnju nosivost pa se pod udarcima vozila stvara kaša koja prodire u tucanički zastor. Intenzitet bubrenja zavisi od količine zmrznute vode koja se nagomilala u obliku ledenih leća i o dubini smrzavanja, brzini smrzavanja i odmrzavanja.

Kod trupa koji je izgrađen od glinovitog materijala treba nastojati da pojas kapilarnog dizanja i prokvašivanja ne dopire u gornje slojeve planuma, nego da je pojas bez kapilarne vode što veći. Dizanje vode u podlogi možemo spriječiti ugrađivanjem zaštitnih slojeva čiji granulometrijski sastav treba da prekine kapilarno dizanje vode iz podzemlja.

Kapilarno dizanje vode prikazano za četiri uzorka na sl. 5 nije bezopasno, pogotovo za nizinske pruge s visokim podzemnim vodostajem i lošim odvodnjavanjem. Na potezima pruge u glinastom tlu, gdje je zastor već zablećen, gdje se javljaju



Sl. 2: Značajne krivulje o podjeli zrna nekolikoglavnih vrsta zemjišta i njihovih stupnjeva nejednakosti »U«

U dijagramu (s.l 3) vide se dva područja šljunkovitog pijeska: oznaka s jednom zvjezdicom (*) predočuje šljunkoviti pijesak za poboljšanje planuma kod zapadne direkcije njemačkih željeznica, a oznaka sa dvije zvjezdice (**) područje šljunkovitog

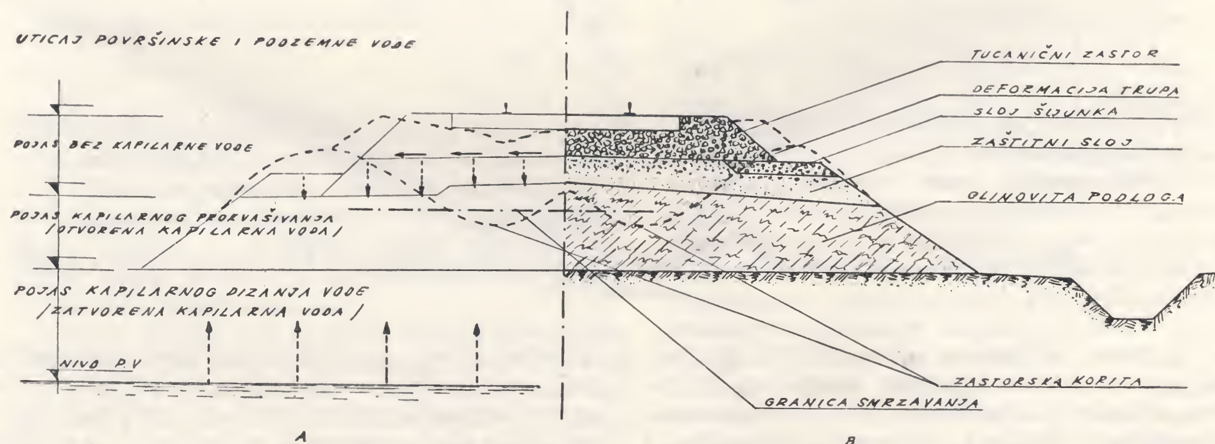
nabori od mraza, mora se skinuti cijeli stari zastor, pa i gornji sloj podloge, ako je nepostojan na mrazu. Iskopana podloga mora se zamijeniti odgovarajućim slojem otpornim na mrazu, s ugrađenim zaštitnim slojem za pokrivanje planuma.

Na traženje ŽTP-a Zagreb izvađeni su neporemećeni uzorci na mjestima remonta željezničke pruge Dugo Selo—Novska, i to kod:

Ludine	na km 47 + 000
Popovače	na km 41 + 000
Popovače	na km 41 + 250
Kutine	na km 27 + 000

U laboratoriju »Elektrosond« u Zagrebu ispitani su:

Sl. 3: Područje šljunkovitog pijeska na području Zapadne i Južne direkcije u Njemačkoj — Za izradu zaštitnih slojeva (poboljšanje planuma)



Sl. 4: Mogućnosti ugrađivanja zaštitnih slojeva planuma

— stupanj nejednolikosti $U = \frac{D\,60 \cdot | \cdot}{D\,10 \cdot | \cdot}$

— prirodna sadržina vode (W · | ·)

— granica žitkosti (W1 · | ·)

— granica krutosti (W2 · | ·)

— indeks plastičnosti (P · | ·)

— specifična težina

— koeficijent poroznosti

— modul kompresije

— kapilarno dizanje

Rezultati geomehaničkih laboratorijskih ispitivanja dali su slijedeću sliku:

Materijali klasificirani prema AC klasifikaciji:

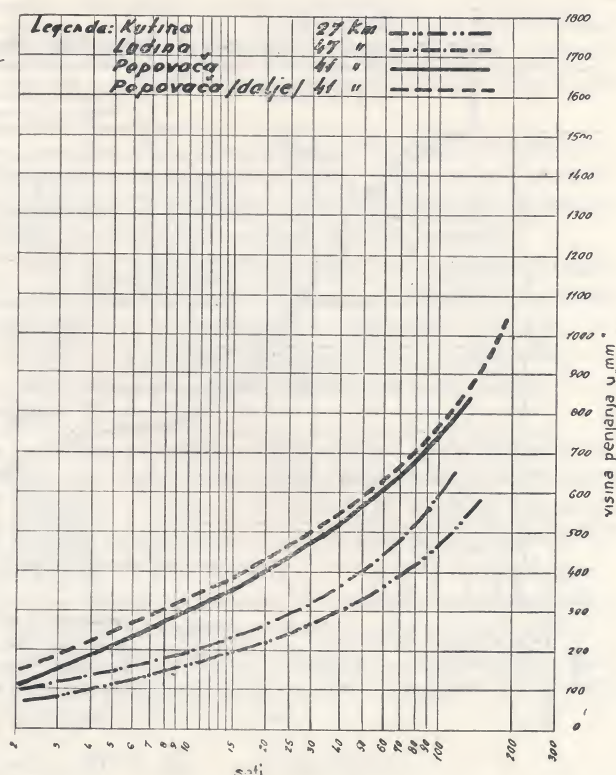
— Ludina km 47 + 000 — glina prašinasta, srednje plastična

— Popovača km 41 + 000 — pijesak sitnozrnat, prašinast

— Popovača km 41 + 250 — prašina pjeskovita

— Kutina km 27 + 000 — glina pjeskovita, nisko plastična

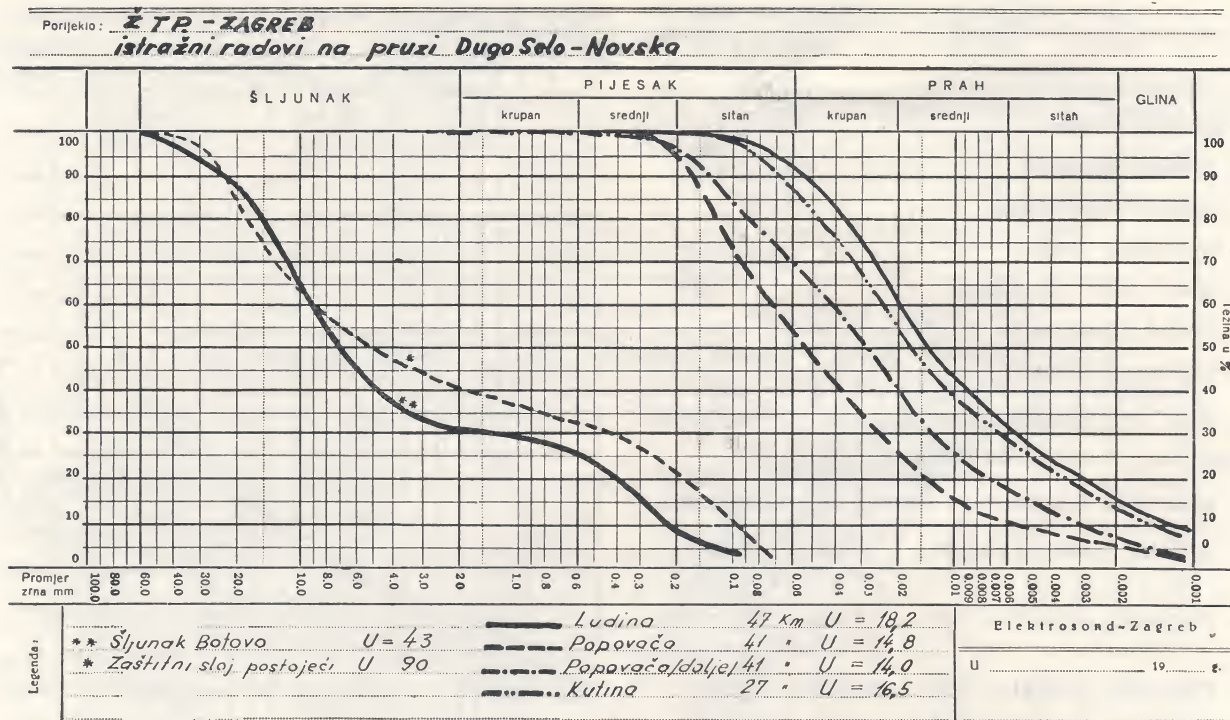
Ostali podaci:



Sl. 5: Dijagram kapilarnosti ŽTP-Zagreb — istražni radovi na pruzi Dugo Selo—Novska

Pokus	Oznaka	Jedin. mjera	Ludina 47 km	Popovača km 41	Popovača km 41 dalje	Kutina km 27
Prirodna sadržina vode . .	W	%	26,2	21,7	22,6	24,8
Granica žitkosti	W1	%	46,2	—	27,9	38,0
Granica krutosti	W2	%	20,5	—	18,1	19,2
Indeks plastičnosti . . .	P	%	25,7	—	9,8	18,8
Indeks konsistencije . . .	K		0,78	—	0,54	0,72
Granulometrijski sastav . .			(vidi sl. 6)			
Specifična težina		g/cm³	2,79	2,74	2,77	2,78
Zapreminska težina, prirodno .	G	„	2,02	1,96	2,02	2,04
Zapreminska težina, suho .	Gs	„	1,64	1,65	1,66	1,68
Koeficijent propustnosti za vodu	k	cm/sec	$5{,}17 \cdot 10^{-9}$	$6{,}06 \cdot 10^{-8}$	$2{,}66 \cdot 10^{-8}$	$7{,}37 \cdot 10^{-9}$
Kapilarno dizanje			(vidi sl. 5)			
Kut unutarnjeg trenja . .			28° 00′	33° 00′	29° 30′	25° 00′
Kohezija	C	kg/cm²	0,20	—	—	0,26

Iz tabelarnog pregleda i dijagrama vidi se da ispitana četiri uzorka izvađena iz trupa (podloge) imaju stupanj neravnomjernosti U = (18,2 14,8 14,0 i 16,53). Na istoj slici prikazan je granulometrijski dijagram (oznake sa zvjezdicama *, **) za šljunak iz Botova čiji je stupanj neravnomjernosti U = 43, i za uzorak izvađen iz postojećeg zaštitnog sloja čiji stupanj neravnomjernosti iznosi U = 90. Očigledno je da se pri ugrađivanju nije vodilo računa o prikladnosti materijala. Upravo zbog toga pristupilo se na području ŽTP-a Zagreb na potezu Dugo Selo—Novska prethodnom uređenju donjeg stroja trupa pred remontom pruge. Na temelju izvršenih ispitivanja nastojalo se podeseti zrnati sastav zaštitnog sloja prema zrnatom sastavu podloge, a prema tome i računski odredili odgovarajuću debljinu zaštitnog sloja. Na navedenoj pruzi gubio se prilikom remonta pruge i rešetanja tucaničkog zastora dobrim dijelom zaštitni sloj pa je pod uticajem oborinske vode omogućeno još brže prodiranje zemljane kaše glinastog materijala u zastor tucanika, a time i osjetnije sljeganje kolosijeka. Upravo zato je potrebno prilikom remonta pruge ugrađivati odgovarajući zaštitni sloj određene debljine i zrnatog sastava podešenog prema zrnatom sastavu podloge, a na mjestima gdje debljina zaštitnog sloja ne odgovara treba ovaj obnoviti ugradnjom zaštitnog materijala. Pri ugrađivanju novog zaštitnog sloja mora se voditi računa o dobroj odvodnji, tj. nagib krune planuma treba prethodno izvesti u



Sl. 6: Granulometrijski dijagram

nagibu 1 : 10, a zatim planum prekriti zaštitnim slojem debljine 20—25 cm, na koji onda dolazi tucanični materijal.

Što se tiče izbora materijala za zaštitni sloj može se reći da zbijeni šljunčani pijesak koji sadrži primjese najsitnijih frakcija može spriječiti prodiranje glinovitog materijala u zaštitni sloj. Slojevi od krupnog pijeska i šljunka nisu u stanju da to učine.

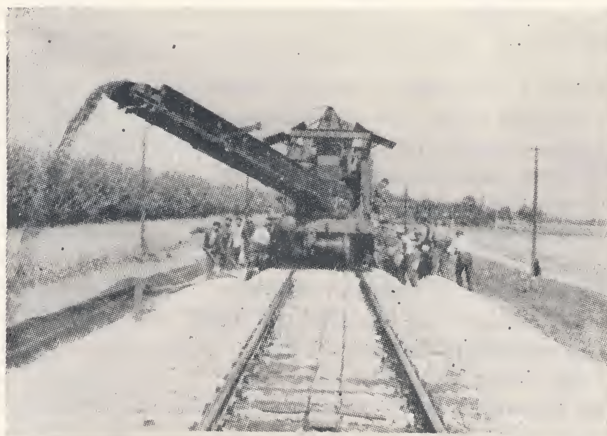
Zaštitni sloj trebalo bi da prema geomehaničkim ispitivanjima zadovoljava ove uslove:

— Da se koeficijent neravnomjernosti krupnoće zrna kreće između vrijednosti U = 5 — 7 jer se samo takav zaštitni sloj može prilikom ugradnje zbiti, dok na pijesku koji se sastoji od zrna jednake krupnoće kolosijek pliva.

— Ispitivanja su pokazala da zemljište neće prodirati u zaštitni sloj ako se pri ocjenjivanju krupnoće upotrijebi Terzaghijeva formula za izradu filtera:

$$4D_{85}\ Ha = D_{25}\ \text{filtra} = 4D_{15}\ \text{tla}.$$

— Materijal za zaštitni sloj treba da odgovara kriteriju postojanosti na mrazu po Casagrande-u, prema tome zaštitni sloj ne smije da sadrži više od 3% sastojaka krupnoće zrna manje od ∅ 0,02 mm. Pri ocijenjivanju uloge zaštitnog sloja u održavanju donjeg stroja trupa treba imati na umu činje-



Sl. 7: Kapitalni remont pruge — rešetanje tucanika



Sl. 8: Kapitalni remont pruge — ubacivanje zaštitnog sloja

nicu da je normalna debljina zastora od tucanika određena samo za dobru podlogu. Na slaboj podlogi mora se predvidjeti deblji zastor, ili zastor i zaštitni sloj, što je ekonomičnije i tehnički ispravnije.

Pod djelovanjem sila od udara vozila nastaju udubljenja u podlogi koja nazivamo zastorska korita; ova se pod uticajem vozila i kvašenjem vode stalno povećavaju pa odvodnja postaje slabija i oštećenja se sve više šire.

Zaključak:

— Kod svih šteta na željezničkom nasipu koje se mogu očekivati uslijed propadanja kolosijeka, izoliranja zemlje u šljunčani zastor ili izoliranja uslijed smrzavanja, ispitivanja su pokazala da je uzrok ovakvih šteta voda. Upravo zato je uvijek potrebno prethodno znati hidrološke prilike kolosiječnog odsjeka i preispitati djelovanje odvodnih kanala, kao i odvodnju planuma. Nosivost zemljanog materijala nasipa kod kojih je trup raskvašen na većoj dubini može se povećati pješčanim drenovima uz brižljivo održavanje uređaja za odvodnjavanje.

— Da bi kolosijek ležao na sigurnim temeljima, prvenstveno treba znati nosivost podloge. Ovo je naročito važno znati kod podloga od koherentnih materijala. Prema tome treba preporučiti geomehanička ispitivanja, kako bi se prethodno znale geomehaničke karakteristike podloge.

— Da bi se osigurala ravnomjerna razdioba pritiska na podlogu, treba računski odrediti ukupnu debljinu sloja (zastor + zaštitni sloj) na osnovu osovinskog pritiska za dotičnu prugu.

— Da bi se održala standardna debljina tucaničkog zastora »h« koja je propisana, treba svako povećanje ukupne debljine sloja vršiti zaštitnim slojem jer je to ekonomičnije i tehnički ispravnije rješenje.

— Da bi se spriječilo prodiranje izviruće zemljane kaše u tucanički zastor, trupu od koherentnih materijala treba znati sastav materijala zaštitnog sloja prilagoditi zrnatom sastavu podloge.

— Da pritisak tucaničkog zastora na podlogu (računat na osnovu osovinskog pritiska za dotičnu prugu) ne bi prekoračio dopušteni pritisak, potrebno je ispitati nosivost podloge i prema tome odrediti debljinu odgovarajućeg sloja (tucanik + zaštitni sloj).

Da bi se moglo voditi računa o ekonomičnom i tehnički ispravnom održavanju pruge treba prije kapitalnog remonta urediti donji stroj, a što je nemoguće bez prethodnog poznavanja geomehaničkih karakteristika podloge.

— Da bi se osiguralo tehnički ispravno i ekonomično održavanje kolosijeka na podlozi od koherentnih materijala, bezuvjetno je potrebno ugrađivanje zaštitnih slojeva planuma ispod tucaničkog zastora.

LITERATURA

1. Mehanika tla Ralph B. Peck, Mehanika tla Karl Terzaghi.
2. Dr. W. Loos, Praktična primjena istraživanja građevinskog zemljišta. Springer, Berlin 1935.
3. Der Eisenbahn Ingenieur. God. 1957. i 1959.
4. Karl Pfanl, Održavanje željezničkih pruga.

SPASAVANJE SPOMENIKA U NUBIJI

Zvonko Špringer, Khartoum

(Blagostanje budućnosti ugrožava slavu prošlosti)

Moto: »U razdoblju od pet godina, Srednja dolina Nila bit će pretvorena u ogromno jezero. Divne građevine, među najveličanstvenijim na svijetu, nestat će zauvijek pod vodom. ... Istina je da treba bez oklijevanja žrtvovati spomenike od granita i profira, ako je u pitanju dobrobit napaćenog ljudstva. No od nikoga se ne može očekivati da pri izboru ne osjeća tjeskobu ako treba da ostvari tu namjeru.«

Iz Apela UNESCO-a

Počevši od 1955. god. Sudanska služba za očuvanje starina (Sudan Antiquities Service) radi na pronalaženju i istraživanju predjela Srednje doline Nila koji će biti poplavljen usporom brane Sadd El Aali, 5 km uzvodno od Aswana. Do sada su izvršena opsežna iskopavanja kod Debeire, Serre, Farasa i Semne, uz dodatna snimanja iz zraka i na zemlji. Pronađeno je oko 100 objekata, među njima četiri hrama, zatim mnogobrojni grobovi u stijenama, kapelice, četrnaest tvrđavica ,neke i po 4000 godina stare, dvadeset kršćanskih crkava, sedam drevnih gradova, mnogobrojni zapisi (inskripcije, cartouche, grafiti) i slikarije na stijenama i zidovima. Većina tih objekata bit će poplavljeno već 1964. ,a ostatak konačnim završetkom velike brane oko 1970.

U tim radovima pronalaženja, iskopavanja, snimanja i spašavanja sudjeluju pored Sudana, mnoge zemlje. Tu je Egipatsko istraživačko udruženje iz Londona, Komitet za arheološka iskopavanja francuske vlade, Belgijska egipatska fundacija, stručnjaci švedske vlade te Jugoslavije i Ghane. Govoreći jezikom arheologa, ugroženi dio Sudanske Nubije praktički je »terra incognita«. Nikada taj dio tla nije bio sistematski istražen. Poznato je da postoji veliki broj objekata koji leže pod pokrivačem

pijeska, a uskoro će biti zauvijek pokriveni vodom i novim nanosima usporenoga Nila. Ne završe li se istraživanja na vrijeme, nestat će pod valovima Nila podaci i ostaci od neprocjenjive važnosti za povijest čovječanstva.

Nije slučajno da je Sudanska Nubija toliko važna s arheološkog stanovišta. Pogledamo li kartu Afrike, vidimo da je između 18. i 30. paralele rasprostranjena najveća pustinja na Zemlji. Sahara naprosto odsijeca Sredozemnu obalu od ostalog dijela Afrike, s jednim izuzetkom — dolinom Nila. Ta dolina predstavlja jedini prirodni i najjednostavniji put od sjevera ka jugu kontinenta. To je jedna od najstarijih saobraćajnica svijeta, karika između civilizacija Sredozemlja i onih Crne Afrike. Prostor oko i južno od Wadi Halfe bio je uvijek egipatsko granično područje, privlačno za narode Sredozemlja i Azije, no uvijek je pripadalo Africi. Kao kroz kakav glavni prolaz nailazili su narodi, vojske, roblje i ideje davne prošlosti u Afriku i obratno. Sve bitno i ono što je još preostalo nalazi se tamo zapisano, ali uglavnom pod debelim slojem pijeska. No postoji još jedna važna saobraćajnica u smjeru ka Centralnoj Africi. Dolazeći s etiopskog platoa od Istoka iz Arabije, Indije i Dalekog Istoka, put vodi kod Atbare dolinom Nila do Kordofana, Darfura i kroz Čari bazen u samo srce Crne Afrike. To ukrštavanje puteva civilizacija daje izvanrednu osobenost tom području, koje praktički još potpuno neistraženo sa stanovišta arheologije i srodnih nauka, pogotovo ako je u pitanju prošlost Afrike.



Sl. 1: Površina koja će biti poplavljena usporom nove Velike brane — Sadd El Aali

Tako npr. na području Centralne i Zapadne Afrike leže razasuti ostaci meroitskog carstva netaknuti pod zemljom, a pismo ni do danas nije odgonetnuto (v. sl. 1).

Već prvim usporom brane, koji će se vjerojatno ostvariti do konca 1964, potopit će se područje dugo 65 km unutar Sudana, arheološki najbogatije. Ono sadrži do sada 47 poznatih nalazišta. Dovršenjem Velike brane oko 1970. potopit će se 185 km dosadašnje obale Nila na području Sudana, a tih posljednjih 120 km još su potpuno neistraženi. Otkriće izvanredno vrijedne egipatske tvrđave iz doba Srednjeg i Novog kraljevstva u Buhenu, neolitskih i paleolitskih nalazišta iz doba 6300. g. s. e., kršćanskih kapelica s freskama i zapisima na stijenama itd. — sve to predstavlja neprocjenjivo blago za istraživače prošlosti ovoga kontinenta. Čini se, naime, da je drevna povijest Crne Afrike po vrijednosti ekvivalentna onoj do danas poznatoj, pogotovo što se tiče početaka povijesti ljudskoga roda.

Za početak bila je najvažnija izrada fotogrametrijske karte cijeloga ugroženoga područja. Na osnovu izvršenih snimanja i studija stereoskopskih snimaka upotpunit će se karte, a ujedno će se otkriti još izvjestan broj do sada potpuno nepoznatih nalazišta na ovom raskršću civilizacije. Većina objekata u ugroženoj zoni izgrađeno je od opeka napravljenih od nilskoga mulja, često samo sušenih na suncu. Na nekim zidovima nađene su freske i zapisi koji će se moći skinuti. Četiri hrama: Akša, Buhen, Semna Zapadna i Kumma, načinjeni su od blokova kamena pješčara te se mogu rastaviti i spasiti premještanjem na pogodno mjesto. Položaj hramova Semna i Kumma je naročito impresivan jer su oni smješteni na stjenovitoj barijeri koja mnogo sužava tok Nila, pa se pretpostavlja da je u drevno doba Egipćana ovdje postojala brana. U budućem jezeru će ove dvije pećine stršati kao mala dva ostrvca u ogromnom jezeru pa se pomišlja da se i ta dva hrama spase od propadanja (v. sl. 2).

Prikaz projekta za spasavanje četiri hrama

Prikazat ćemo projekt za spasavanje četiri najvrednija spomenika — hramova, — koji je izradio arhitekt Friedrich Hinkel iz Istočnog Berlina u suradnji s komesarom za arheologiju Sabit Hasan Sabitom iz Khartouma. Projekt predviđa da se premjeste slijedeći hramovi:

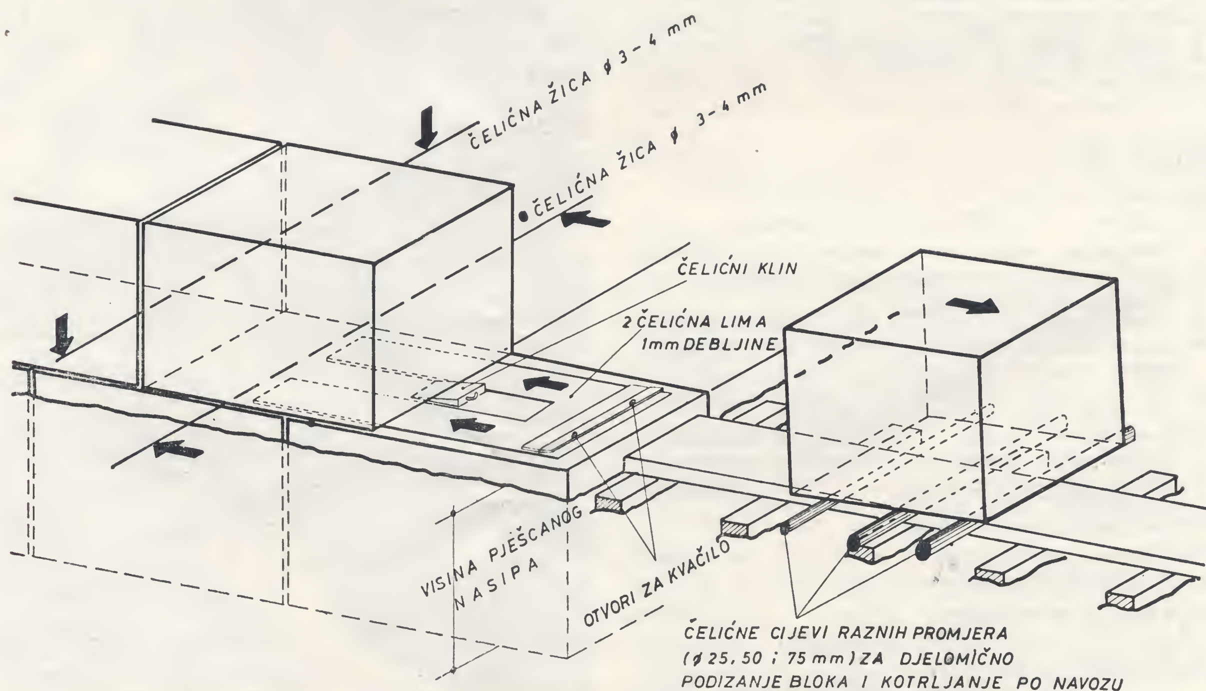
1. ostaci hrama Ramsesa II u Akši,
2. hram sagrađen u Buhenu za vrijeme kraljice Hačepsut i faraona Tusmosisa III u čast boga Horusa,
3. hram posvećen bogu Hnumu u Kummi (katkad se spominje kao Semna Istočna) i
4. hram sagrađen u doba Dedvena i Sestorisa III u Semni (spominje se i kao Semna Zapadna).

Trebalo bi blokove hramova po mogućnosti rastaviti i sakupiti slobodne blokove koji još leže unaokolo, zatim bi se oni prevezli do privremenog

stovarišta u Wadi Halfi, a odatle u Khartoum, gdje bi trebalo ponovo sastaviti blokove u cjelinu uz potrebna dopunjavanja, restauraciju i konzervaciju. Nije još donesena konačna odluka gdje će se i kako smjestiti hramovi, iako je za to predviđen slobodan prostor ispred novoga muzeja u Khartoumu, uz samu obalu Plavoga Nila, neposredno prije Mogrema, mjesta gdje se sastaju Bijeli i Plavi Nil.



Sl. 2: Semna i Kumma (Semna istočna) iz zraka



Sl. 3: Opis i prikaz radnoga procesa pomicanja blokova

Konačno riješenje morat će voditi računa i o potrebi natkrivanja hramova, kako bi se oni zaštitili od daljnjega raspadanja. Pri izradi projekta za rastavljanje hramova razmatrane su različite mogućnosti što ih pruža današnja tehnika, no otpala su sva riješenja koja predviđaju vertikalno dizanje blokova (često težine i do 3,5 tone), što bi izazvalo oštećivanje blokova od mekog nubijskog pješčara. Sljubnice i reške su svega nekoliko milimetara debele tako da nema mjesta za ulaganje bilo kakvoga pomagala. Jedino moguće rješenje sastoji se u horizontalnom pomicanju blokova klizanjem, kotrljanjem i sanjkanjem, nakon što su reške i sljubnice prosječene (v. radni proces na sl 3). Poseban problem predstavlja slab kvalitet nubijskoga kamena pješčara. Projekt je predviđao kemijsko očvršćavanje površine prije i poslije transporta, no kako niko neće garantirati da se neće vremenom promijeniti lice kamena zbog kristalizacije raznih soli, vjerojatno će potpuno otpasti taj postupak zaštite. Zato će biti potreban naročit oprez pri pakovanju, transportu i sl.

Radni proces odvijat će se približno jednako kod svih hramova. Prvo će se numerirati, snimiti i kartirati svi blokovi. Zatim će se naličja blokova sa slikarijama, reljefima i inskripcijama zaštititi prošivenim matracama od žilavoga papira i pamuka i oblogom od dasaka. Potom će se unutrašnjost hrama potpuno nasipati pijeskom do neposredno ispod razine posljednjega sloja blokova. Nakon toga se siječe vertikalna reška čeličnom žicom ⌀ 3—4 mm, a potom horizontalna. S nepretkom sječenja ugurava se čelični klin u ležajnu rešku, a usput i par limova debljine 1 mm koji se podmazani na dodirnim plohama. Otcijepljen kamen će se klizanjem pomaknut po donjem limu i nekoliko daljnjih do mjesta gdje će se moći podložiti valjci promjera ⌀ 25, 50 i 75 mm. Kotrljanjem će se onda blok dopremiti do mjesta gdje će se podvući drvene saonice, nad kojima će se nadgraditi oklop od dasaka za zaštitu bloka pri daljnjem transportu. Transport će se obavljati sanjkanjem blokova preko utovarne rampe na kamione za prevoz kopnom ili na pontone za prevoz rijekom. Od privremenog skladišta u Wadi Halfi prevoz će se obaviti željeznicom do Khartouma. Razmotrena je i varijanta transporta blokova helikopterom (za hramove Kumma i Semna), no zbog znatnih nabavnih troškova odustalo se od te namjere, iako bi taj način bio najbrži i najsigurniji.

Prigodom izgradnje hramova u muzeju izvest će se temelji od betona, novi obuhvatni zaštitni zi-

Tabela I: KOLIČINE RADOVA

Opis rada	Ime hrama				Ukupno za sve hramove
	Aksha	Buhen	Kumma	Semna	
1. Površine koje bi trebalo konzervirati odn. očvrstiti (m²)	17	1000	500	500	2017
2. Potrebno zaštititi madracima (m²)	10	400	250	150	810
3. Rastavljanje, pakovanje i transport blokova (t)	30	1200	220	215	1645
4. Izrada sanduka sa saonicama (kom)	50	650	525	320	1545
5. Iskop zemlje za temelje (m³)	20	400	135	85	640
6. Beton za temelje (m³)	20	400	135	85	640
7. Izrada novoga zida od opeke (m³)	21	200	130	80	431
8. Žbuka na novim zidovima (m²)	40	800	360	220	1420
9. Betonski pod (m²)	40	250	120	75	485

Tabela II: PROCJENA TROŠKOVA U SUDANSKIM FUNTAMA (1 LS = 2200 Din)

Opis troškova	Ukupno za sve hramove
1. Rastavljanje i pakovanje, rad i materijal	29 493
2. Transportni troškovi[1]	24 237
3. Postavljanje blokova i građenje, rad i materijal[2]	20 602
4. Nepredviđeni izdaci, uzeto kao 10% od sume troškova pod 1. i 3.	5 010
5. Uprava radilišta, plaće, alat, pribor i oprema, podvoz, smještaj, uređenje i čišćenje	23 050
6. Centralna uprava, plaće, podvoz, nabavka kola, uzdržavanje, konzultacije, pokusi i izvještaji	15 710
7. Razno, kao premjer, fotografiranje, izrada modela, publikacija, opće uređenje okoline i sl.	7 870
Od toga samo za modele	(5 100)
Svega LS	125 972
Svega u 1000 Din	275 000

NAPOMENE:

[1] Nisu uračunati troškovi podvoza željeznicom od Wadi Halfe do Khartouma i doprema materijala iz Khartouma do radilišta željeznicom.

[2] Uračunato: uređenje vrta, bazen, informacione ploče, putokazi i restauratorski radovi.

dovi od opeke s obostranom žbukom. Daljnji radovi obuhvaćaju restauratorske radove, konzerviranje boja i sl., zatim izradu prilaznih puteva, postavljanje informacionih ploča itd. Predviđa se izrada modela originalnoga krajolika s hramom i rekonstrukcijom tvrđave prema najnovijim nalazima. Sumarni prikaz količina radova prikazan je u tabeli I, a po projektu procijenjeni troškovi navedeni su u tabeli II:

U muzeju će hramovi biti smješteni oko bazena, koji će predstavljati Nil. Problem je kako da se uskladi položaj hramova s originalnim, a posebno kako će sve skupa djelovati u odnosu na veliku masu zgrade novoga muzeja. Problem krovišta nije tako jednostavan, ali je neminovno potrebna zaštita pješčara, koji je na nalazištu stoljećima bio izložen samo suncu, bez i jedne kapi kiše. U Khartoumu padne dosta kiše (prosječno 200 mm godišnje) za vrijeme dvaju ljetnih mjeseci, tj. u srpnju i kolovozu. Arheolozi studiraju sa dosta zabrinutosti sve mogućnosti da bi se bar nekako izvršila konzervacija, pošto će se uložiti tolika sredstva da bi se otelo te hramove iz čiste propasti.

Pokušat ćemo u najkraćim crtama opisati neke arheološke vrednote pojedinih hramova i specifičnosti pri provedbi projektom predviđenoga premještanja.

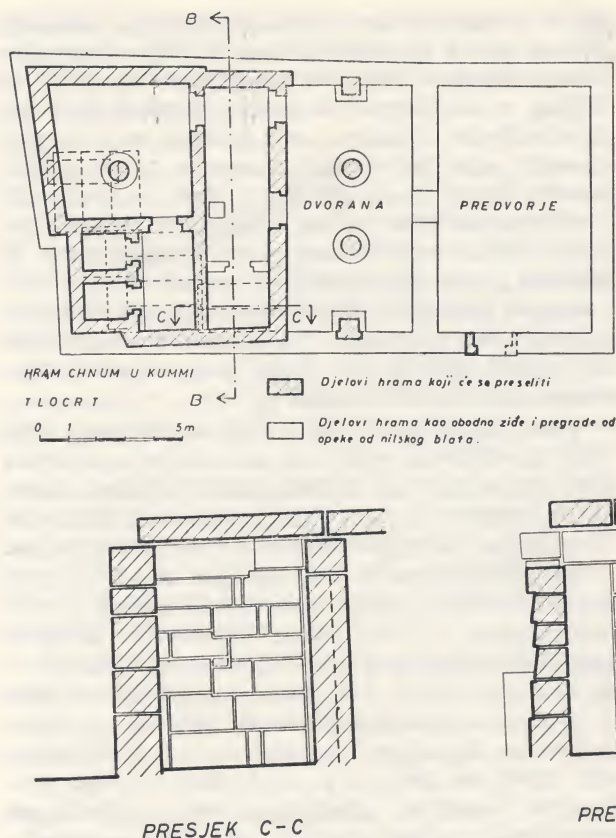
Hram u Akši leži na zapadnoj obali Nila, oko 340 km južno od Aswana, tj. 30 km sjeverno od Wadi Halfe. Nalazi se između hramova Buhen i Faras, a izgrađen je u doba Ramsesa II (1292. do 1225. g. s. e.) te pokazuje sve znakove bogatstva Gornje Nubije u doba Novoga kraljevstva (1580. do 1050. g. s. e.). Ramses II je predstavljen kao bog »živuće forme Nubije«, a na jednom se zidu vide slikarije koje prikazuju osvajanje nekih južnih naroda. Hram je oko 80 m od obale, a svega oko 3 m iznad srednje razine vode (izvan perioda poplave). Od samoga hrama će se prenijeti svega 50 blokova (jedan zid) na kojima se nalaze cartouche o stranim narodima. Blokovi su, nažalost, vrlo trošni pa će biti potreban krajnji oprez i sva je sreća da su mali, tj. 0,20 do 0,35 m³ (zapreminska težina kamena je oko 2000 kg/m³).



Sl. 4: Buhen — zapadni zid (Srednje kraljevstvo)

I hram u Buhenu (v. sl. 4) leži na zapadnoj obali Nila, oko 370 km južno od Aswana a samo 6 km jugozapadno od luke u Wadi Halfa. Od ulaza hrama do obale ima svega 30 m, ali je visinska razlika oko 18 m iznad srednje proljetne razine. Obuhvatni tvrđavni zid izgrađen je od opeka 3 do 3,5 m visine dok su blokovi i ovdje vrlo trošni. Buhen je vrlo interesantan s arheološkog stanovišta. Mnoštvo podataka nalazi se među zapisima na grobovima, na zidovima hrama i tvrđave. Oni potječu iz doba Srednjega kraljevstva (2150. do 1580. g. s. e.) na grobovima Egipćana i u grafitima iz doba IX dinastije (2160. do 2000. g. s. e.). Iz doba Novoga kraljevstva bogati su nalazi u novom utvrđenju, na grobovima i napose u hramu boga Horusa izgrađenog u doba kraljice Hačepsut i faraona Tusmosisa III (1501. do 1447. g. s. e.). Nađeni su zapisi i iz novijeg doba, tako npr. iz XXV dinastije koja osvaja Nubiju, zatim iz doba kada kraljevstvo Kuš osvaja Egipat (725. do 660. g. s. e.), zapisi grčkih trgovaca koji su ovamo stigli s Ptolomejevim trupama, itd.

Kumna leži na istočnoj obali Nila, oko 450 km uzvodno od Aswana, a hram je okružen zidom drevne tvrđave na visini oko 23 m iznad srednjeg vodostaja Nila u rano proljeće. (v. sl. 5). Izloženi položaj hrama na hridini iznad Nila predstavlja naročit problem za transport blokova, pa bi prenos helikopterom blokova težine 0,1 t do 2,2 t predstavljao najbolje rješenje, iako možda ne baš najjeftinije. Izgradnja posebnog odvojka cesta, rekonstrukcija dijela stare ceste i spor transport s najviše 15 km/h na cesti do Wadi Halfe (oko 80 km), posebna pažnja oko pakovanja itd., sve to ne bi mnogo manje koštalo. I kod Semne, koja leži nasuprot Kummi taj problem nije lakši, pogotovo jer hram leži čak 32 m iznad razine vode, pa će trebati izgraditi posebnu konstrukciju kojom će se blokovi spustiti sa hridine do mjesta gdje će se utovariti na pontone (oko 600 m dekoviljskog kolosijeka sa spuštalicom). Zatim će biti potrebna posebna rampa dužine oko 200 m za utovar s pontona na kamione koji će prevesti blokove u Wadi Halfu. Prerađena konstrukcija, samo s neposrednim utovarom sa spuštalice na kamione, upotrijebit će se u Kummi. Procijenjeni troškovi su vrlo blizu onima s transportom pomoću helikoptera (v. sl. 6). S arheološkog stanovišta Kumma i Semna su interesantni prvo



zbog svoga topografskog položaja, koji navodi na to da su te dvije tvrđave bile veoma značajne i dominirale su tim područjem već u doba Srednjega kraljevstva. Mnogo frontalnih stela (veliki kamen s inskripcijama, zaobljen pri vrhu kao moderni nadgrobni spomenik) ukazuju na prohujale vojne i ratove. Naročito se spominje Senusret III i njegovo obožavanje po završenim ratovima. Iz toga doba datiraju i zapisi o vodostaju rijeke Nila, kakvi se nalaze i iz kasnijih perioda. Za vrijeme Novoga kraljevstva obje su tvrđave bile važne u obrani od stalnih napada s Juga. Kod svih spomenutih nalazišta nailazimo i na novija povijesna svjedočanstva, npr.: meoritskoga carstva (drugoga Sudanskog carstva), grčkih i rimskih uticaja, okupacije abesinskoga kralja Axuma (oko 350. g. n. e.),

Sl. 5: Tlocrt i presjeci hrama u Kummi (Semni istočnoj)



Sl. 6: Kumma (Semna istočna) — Hram iz doba Novoga kraljevstva

misionara cara Justinijana i carice Teodore (oko 550. g. n. e.), osvajanja Arapa (oko 1340. g. n. e.), itd.

Novembra mjeseca 1962. god. započeli su pripremni radovi na premještanju dvaju hramova koji će biti potopljeni koncem 1963. god., a to su Akša i Buhen. Očekuje se da će radovi inače teći po izrađenom programu te će svi blokovi biti na vrijeme prebačeni iz Wadi Halfe (koja će također biti potopljena) — privremenog stovarišta na stanici No. 1. To naročito zavisi od mogućnosti Sudan Railways-a (sudanske željeznice) koja će biti u doba jako opterećena selidbom stanovništva iz ugroženoga područja, a i inače je usko grlo sudanskoga transporta, pod normalnim okolnostima. Međutim, s mnogo se interesa očekuju rezultati istraživanja koja se upravo obavljaju, kako bi se eventualno još u zadnji čas pronašlo koje novo nalazište. Jer brana Sadd El Aali nezaustavno napreduje, a slijedeći poplavni val u ljeto 1963. naići će na zatvoren bedem kod Aswana. Tada će vode Nila donijeti prve plodove blagostanja ovoj napaćenoj zemlji, ali će zauvijek pokriti starodavnu saobraćajnicu civilizacija, kojom se nekada odvijao promet između slavnih carstava i kraljevstava.

LITERATURA

»A history of the Sudan«. — A. J. Arkell, University of London, 1955.

»Sudanese Nubia — A trust of mankind« — Ministry of Education, Republic of the Sudan — No. ME/10-B, 1960.

»Why excavate in Sudanese Nubia« — Pamphlet by J. Vercoutter and W. Y. Adams.

S naših i inostranih gradilišta

»MONTAŽNO-DEMONTAŽNA GA RAŽA« GRAĐEVNOG PODUZEĆA »TEHNIKA«, ZAGREB

Ing. **Vinko Čandrlić**, Zagreb

Uvod

Nestašica garažnog prostora je problem koji se sve više osjeća uslijed rapidnog porasta broja motornih vozila.

Imajući u vidu intenzivno nastojanje našeg građevinarstva da se u posljednje vrijeme što više pređe na suvremena načela projektiranja i građenja gotovih objekata kao potrošne robe za tržište, stručnjaci građevnog poduzeća »Tehnika« izabrali su za svoj prvi korak u ostvarivanju planova montažnih, polumontažnih sistema i sistema unapređenog klasičnog načina građenja upravo rješavanje problema garaža. Poslije radova na studiji i izradi projekta, kojima je rukovodio Ing. Arh. Nenad Korica, izradili su eksperimentalni prototip da bi u praksi uočili nedostatke, korigirali ih i konačno se pripremili za širu i brojniju izvedbu. Saradnja projektanata i izvođača, zapravo proizvođača, na konkretizaciji jedne zamisli od ideje do izvedbe bila je moguća jer je poduzeće osiguralo financijska i materijalna sredstva za eksperimentiranje.

Projekt

Izabrali smo veličinu garaže koja zadovoljava uvjete za garažiranje malih i srednjih vozila. Građevinske mjere su: dužina 5,13 m, širina 3,10 m i visina 2,30 m. Čiste mjere su: dužina 4,97, širina 2,96 m i visina 2,05 m. Bruto površina garaže iznosi 15,90 m^2 a neto površina 14,70 m^2. Otvor vrata je 2,90 $\times$ 2,00 m.

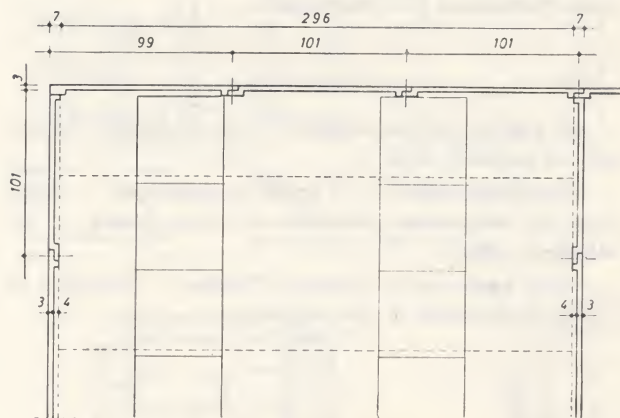
Temelji garaže su jedini fiksni elementi i izvode se monolitno od betona MB-70. Svi ostali konstruktivni elementi su montažni i izrađuju se od betona MB-220.

Vertikalni zidovi usađeni su u utore u temelju, a sastavljeni su od 13 armirano-betonskih panoa. Ovi elementi spajaju se međusobno na preklop, brtve se trakama bitumeniziranog mekog lesonita i učvršćuju vijcima ϕ 10 mm na tri mjesta po visini. Na uzdužne vertikalne zidove postavlja se »H«-nosač koji ima funkciju serklaža, odvodnog žlijeba za vodu i ležaja za krovne elemente. Krovna konstrukcija dviju susjednih garaža može se preko »H« nosača osloniti na zajednički zid, pa ovaj sistem omogućuje, pored samostalnih, i izradu dvojnih garaža ili niza od više garažnih boksova. Krovna ploča je sitnorebrasti strop koji se sastoji od šest elemenata međusobno spojenih s tri vijka ϕ 10 mm na jednom sastavu.

Izolacija krova provedena je već pri izradi kronih elemenata, a pri montaži zaptivaju se samo sudarne reške na preklopima. Krovna voda sliva se s elemenata u žlijeb »H« nosača koji je također izoliran već kod izvedbe. Uzdužni nagib žlijeba je 0,5%, a voda se slobodnim padom raspršuje na teren. Pod garaže može biti izveden kao monolitan od zaribanog betona ili od betonskih ploča položenih u pijesak. Vrata su od valovitog čeličnog lima u okviru od valjanih profila i podvlače se po-

moću protuutega vrlo lako pod krov tako da je cijela čeona strana garaže otvorena za ulaz vozila.

U svakoj garaži predviđena je vodovodna instalacija, električna instalacija i odvod otpadne vode u kanalizacionu mrežu. Venticalija garaže



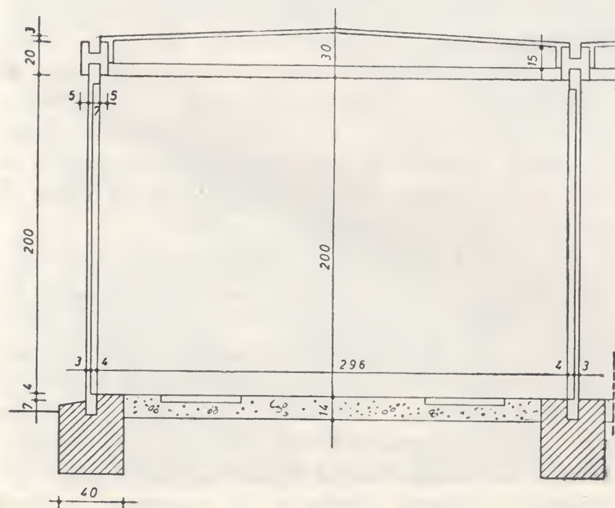
Sl. 1: Tlocrt garaže, dio uz zabatni zid

osigurana je sistemom gornjih i donjih rupa u vratima. Vanjske plohe vertikalnih elemenata su u naravnom betonu sa strukturom vertikalnih rebara, a prema uvjetima ambijenta mogu se kolorirati podesnom bojom za beton. Garaža je sigurna od vatre, stabilna, a sama konstrukcija onemogućuje provalu. Sistem montaže dopušta veliku brzinu i lakoću izvedbe. Vrijeme montaže čitave garaže traje najviše 6 sati, a otprilike toliko traje i demontaža.

Statički račun

Osnovni konstruktivni sistem je prostorna statički određena konstrukcija koja se sastoji od tri zida u obliku slova U.

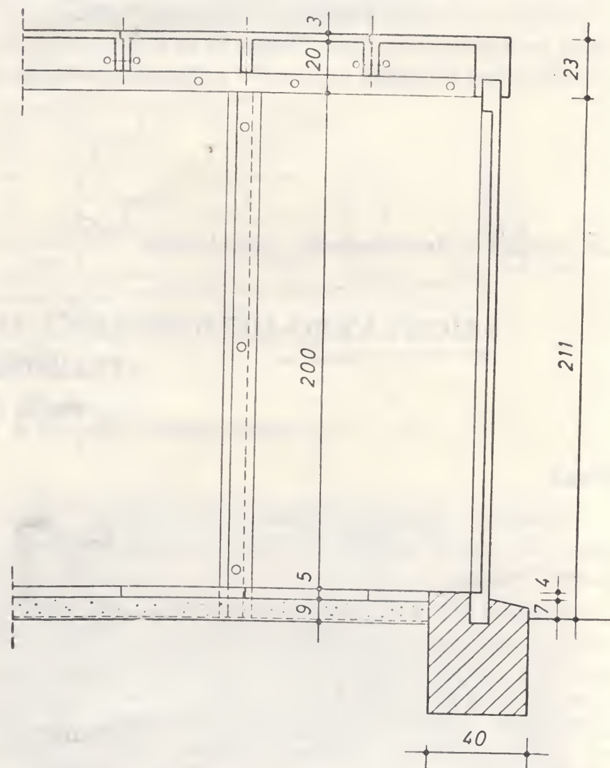
Zidovi su spojeni s temeljima i krovnom pločom zglobnom vezom (sl. 2) koja omogućuje prenos



Sl. 2: Poprečni presjek

transverzalnih sila u njihovim ravninama, pa se proračun objekta za djelovanje horizontalnih sila svodi na rastavljanje rezultante H u komponente u ravninama zidova. Na zabatni zid djeluje komponenta $R_1 = H$, a na uzdužne zidove komponente $R_2 = — R_3 = H \frac{d}{1}$.

Svaki zid radi i na savijanje okomito na svoju ravninu kao nosač oslonjen zglobno na dva kraja, pa je proračun vertikalnih panoa za centrični i ekscentrični pritisak izvršen na uobičajen način. Na uobičajen način proračunata je i krovna ploča kao sitnorebrasti strop.



Sl. 3: Uzdužni presjek, dio uz zabatni zid

Proračun vijaka za međusobno spajanje elemenata:

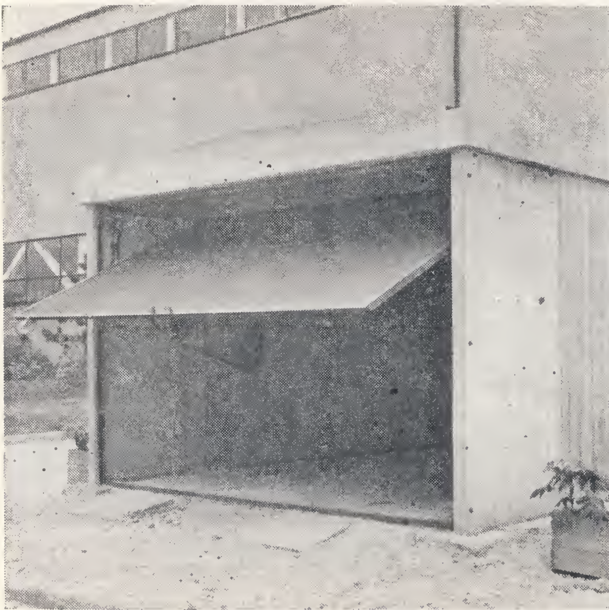
Najveća sila u vijcima za međusobno spajanje elemenata zabatnog zida javlja se u srednjem vijku (sl. 6). Ona iznosi N = 140 kg, a izračunava se po formuli $N = \frac{R_1 \cdot S_1}{I_1} \cdot \lambda$ gdje je

S_1 statički moment presjeka jednog panoa s obzirom na težište zabatnog zida, I_1 moment inercije presjeka zabatnog zida, λ međusobni razmak vijaka.

Sile u vijcima za međusobno spajanje elemenata uzdužnih zidova manje su od sila u vijcima za spajanje elemenata zabata jer je $R_2 < R_1$ i $I_2 > I_1$, ali su vijci ϕ 10 mm zadržani isti pri spajanju svih elemenata.

Vijci za spajanje zadnjeg krovnog elementa sa zabatnim zidom dimenzionirani su uz pretpostavku da se ukupna horizontalna sila vjetra H koja djeluje u ravnini krovne ploče raspoređuje pod jednako na tri vijka. Isti vijci (ϕ 10 mm) predviđeni su za spajanje i svih krovnih elemenata međusobno.

Proračun vijaka za spajanje zabata sa uzdužnim zidovima: Vijci za spajanje zabatnog zida sa prvim elementima uzdužnih zidova dimenzionirani su uz pretpostavku da prvi uzdužni panoi učestvuju zajedno sa zabatnim zidom u prenosu momenta na temelje proizvedenog djelovanjem horizontalne sile R_1 na vrhu zida (sl. 6 i 7).



Sl. 4: Vrata za podvlačenje pod strop

Na temelju takove pretpostavke naponi na sastavu zidova i temelja u tačkama A i B iznose:

$$\sigma_A = 0{,}09 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 0{,}60 \text{ kg/cm}^2$$

Označit ćemo sa: Q ukupno vertikalno opterećenje na temelje od zabatnog zida i prvih bočnih panoa. Q_n vertikalno opterećenje na temelj od bočnog panoa, F ukupnu površinu presjeka zabatnog zida i prvih bočnih panoa na sastavu s temeljem, F_n površinu presjeka bočnog panoa na sastavu s temeljem, W momenat otpora složenog presjeka s obzirom na os x—x.

Rubne napone izračunat ćemo po obrascu $\sigma = \frac{Q}{F} \pm \frac{M}{W}$, gdje je $M = R_1 \cdot h$.

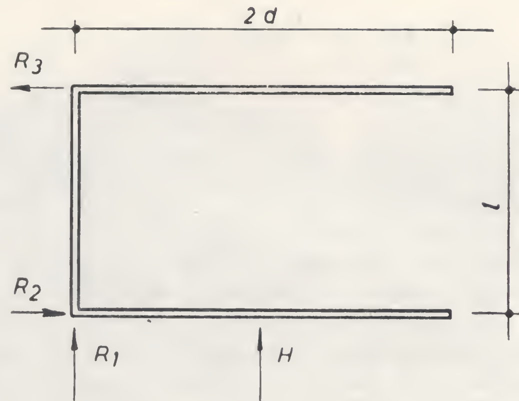
Na jedan od triju vijaka koji spajaju zabatni i uzdužni zid otpada sila:

$$N = \frac{1}{3} (\sigma \cdot F_n - Q_n).$$

Probna ispitivanja

Prototip montažne garaže i pojedini konstruktivni elementi ispitani su za ova opterećenja:

1) garaža za opterećenje horizontalnim silama i posebno na vertikalno opterećenje,
2) krovna ploča za opterećenje silom od 200 kg na površini od 12 × 12 cm,
3) krovni element za savijanje, s ležajima na rubovima ploče (konzolicama), i
4) ploča vertikalnog elementa, za savijanje, s oslanjanjem na četiri rubne tačke.

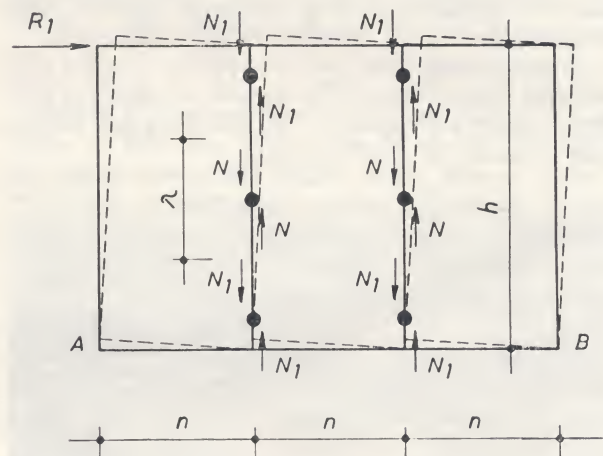


Sl. 5

Rezultati probnih opterećenja:

1. Garaža opterećena horizontalnim i posebno vertikalnim opterećenjem.

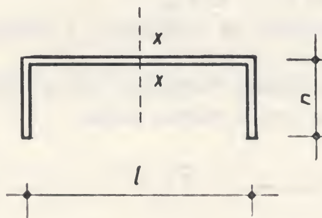
Zahvat horizontalnih sila izvršen je na »H«-elementu na 5 mjesta, preuzimanjem sila putem vijaka koji povezuju »H«-element sa stropnim elementima (sl. 8.) Svako uže imalo je svoj vlačni dinamometar i spravu za natezanje.



Sl. 6

Opterećivalo se po fazama, sa 0,5 V, 1,0 V, 1,5 V i 2,0 V, gdje je V komponenta sile vjetra koja djeluje u visini krovne ploče. Konstrukcija je ostajala pod opterećenjem pojedinih faza oko pola sata. Izvršena su slijedeća mjerenja i opažanja:

— otkloni krajeva »H« elemenata,
— gibanje temelja,
— međusobne dislokacije pojedinih montažnih elemenata na nekim mjestima, kao i promjene dužine vlakanaca uslijed promjene napona,
— promatranje pukotina.



Sl. 7

Gibanja krajnih tačaka »H«-elemenata u smjeru zatezanja pokazala su očekivanu pravilnost. Pri 1,5-strukom opterećenju iznosili su ti pomaci 0,90 do 3,90 mm.

Tačke kod zabatnog zida imale su manje pomake od tačaka na suprotnim krajevima. Veličine ovih pomaka svakako ukazuju da se radi o potpuno montažnom sistemu s unutarnjim popustljivostima. Međutim, rasterećenja su pokazala da takav sistem ima svojstvo cjeline jer su se sve mjerene krajne tačke u izvjesnom opsegu pri rasterećenju vraćale na početna mjesta.

Eventualni vertikalni pomaci temelja kontrolirani su niveliranjem četiri repera koji su bili smješteni na uglovima garaže; nisu ustanovljeni nikakovi pomaci.

Mjerenja dislokacije elemenata i promjene dužine vlakanaca vršena su prenosnim komparatorom sa stalnom kontrolnom bazom od 200 mm. Promjene međusobnih udaljenosti tačaka na spojevima pojedinih eleemnata bile su, uzevši u obzir mogućnosti popuštanja zbog spajanja vijcima, vrlo malene i iznosile su nekoliko stotnina milimetra.

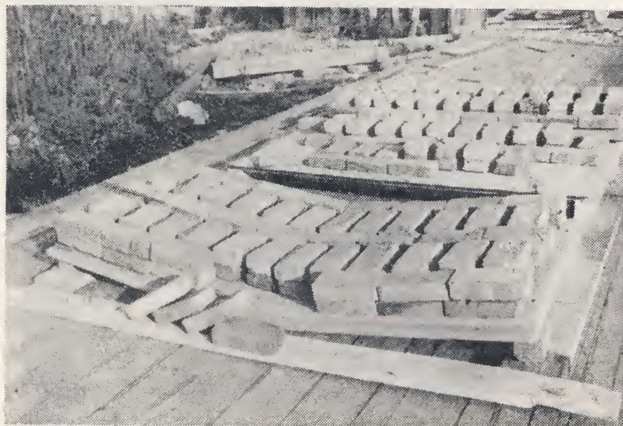
Najveći međusobni pomak dobiven pomoću Williot-ova plana pomaka na osnovu izmjerenih promjena dužina pojavio se između zabatnih elemenata i iznosio je $\sigma = 0{,}18$ mm.



Sl. 8: Ispitivanje garaže za horizontalne sile

Relativna produženja vlakanaca bila su na nekim mjestima daleko manja od prelomnih deformacija, dok su na nekim mjestima dostigla granicu prelomnih deformacija za nearmirani beton. Na nekim su mjestima te relativne deformacije i nešto veće od granične deformacije, što znači da je stvarno nastupio stadij II armiranog betona.

Prije opterećivanja zapaženo je na pojedinim elementima više vlasastih pukotina koje su se pojavile uslijed pretjeranog pritezanja vijaka. Vijci su imali male podložne pločice dimenzija kao za spajanje čeličnih elemenata. Najviše vlasastih pukotina zapaženo je u »H«-elementima. Pri opterećenju silom 1,5 V pojavilo se nekoliko novih pukotina, a pri opterećenju silom 2,0 V neke su se pukotine i proširile. Za vrijeme probnog opterećenja garaže horizontalnim silama djelovao je od vertikalnog računskog opterećenja samo vlastiti teret.



Sl. 9: Ispitivanje vertikalnih elemenata za savijanje

Ova ispitivanja vršio je Institut građevinarstva Hrvatske. Ispitivanjima je rukovodio Ing. Viktor Steinman.

Ostala probna ispitivanja izvršio je Projektni biro građevnog poduzeća na gradilištu Matice iseljenika Hrvatske. Provjeravanje vertikalnih panoa opterećivanjem krova dvostrukom poprečnom silom izvršeno je na taj način da je na krov garaže postavljeno ukupno 4800 kg cementa u vrećama. Garaža je bila pod ovim opterećenjem 28 sati, a na vertikalnim elementima nisu za to vrijeme primijećene nikakove deformacije niti naprsline.

2. Krovna ploča opterećena na prodor silom od 200 kg, s bazom 12 × 12 cm.

Ovo ispitivanje izvršeno je na tri krovna elementa, s položajem opterećenja na tri različita mjesta. Pri svakoj promjeni položaja tereta promatrana su mjesta na ploči gdje se nalazilo opterećenje ,ali nisu primijećene nikakove naprsline, što je i logično jer je napon smicanja u betonu ,izračunat po formuli $\tau = \frac{3}{2} \frac{P}{4\,db}$, iznosio svega $\tau = 1{,}67$ kg/cm², što je daleko ispod čvrstoće betona za smicanje.

3. Krovni element napregnut savijanjem s ležajima na rubovima ploče (konzolicama).

Na dva »H«-nosača, položena na zemlji, postavljena su tri krovna elementa u položaj kako normalno stoje na garaži. Krovni elementi nisu bili spojeni vijcima za »H«-nosač, kako bi se mogla ispitati moć nošenja rubova ploče (konzolica), na kojima leži krovni element.

Opterećivanje je vršeno postepeno, s trajanjem pojedine faze približno 30 minuta. Nakon četvrte faze opterećenja, kad je odnos faktičnog opterećenja na elementu i računskog opterećenja iznosio $n = \frac{Q\ \text{fakt}}{Q\ \text{rač}} = 2{,}57$, na dva elementa prestalo se sa ispitivanjem. Ni na jednom od elemenata nisu se pojavile nikakve naprsline. Jedan element htjelo se opteretiti do sloma te je nastavljeno s postepenim opterećivanjem. Nakon osme faze opterećenja, kad je odnos faktičnog i računskog tereta iznosio $n = 4{,}08$, na rebrima su se pojavile tri jedva primjetljive vlasaste pukotine u sredini raspona, a sezale su otprilike do pola visine rebara. Prva vlasasta pukotina na konzoli pojavila se nakon dvanaeste faze opterećenja, pri odnosu $n = 6{,}57$. U četrnaestoj fazi opterećenja prestalo se s ispitivanjem jer je ponestalo opeke za opterećenje. Totalno opterećenje nakon ove faze iznosilo je $q = 1{,}7\ t/m^2$, a odnos faktičnog i računskog tereta bio je $n = 7{,}6$. Pod ovim opterećenjem element je bio tri dana, ali do sloma nije došlo.

4. Vertikalni element oslonjen na četiri rubne tačke, napregnut savijanjem.

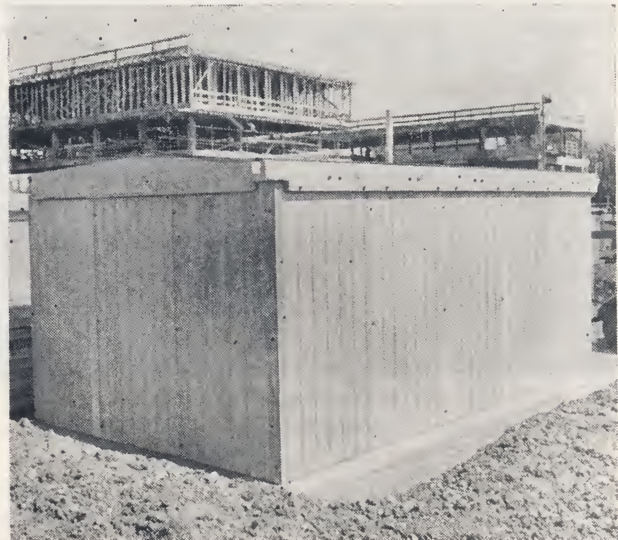
Ispitana su tri vertikalna elementa da bi se ustanovio koeficijent sigurnosti za savijanje u fazi montaže.

Vertikalni element br. 1 imao je vidljiv progib odmah kad je postavljen u horizontalan položaj; za elemente br. 2 i 3 to se nije moglo primijetiti. Već u drugoj fazi opterećenja ,pri odnosu faktičnog i vlastitog tereta $n = \frac{Q\ \text{fakt}}{Q\ \text{vl}} = 1{,}78$, primijećene su pukotine u oba rubna ojačanja vertikalnog elementa br. 1, dok se na elementima br. 2 i 3 nisu pojavile nikakve naprsline ni u trećoj fazi opterećenja, pri odnosu $n = 2{,}17$. Element br. 1 opterećen je do sloma, koji je uslijedio poslije četvrte faze opterećenja. Odnos faktičnog i vlastitog tereta u fazi sloma iznosio je $n = 2{,}56$ (sl. 9).

Diskusija

Često su urbanističke lokacije za ovu vrstu objekta privremene, pa je problem rušenja i ponovnog postavljanja na drugom mjestu ovim tipom garaže potpuno riješen. Riješen je i arhitektonski izgled, jer se kubus objekta po materijalu od kojega je izveden i svojim čistim oblikom može potpuno uklopiti u odgovarajući ambijent.

Da bi se pristupilo brojnijoj proizvodnji ovakovih garaža, treba otkloniti neke nedostatke koji su uočeni prilikom izrade prototipa. Drvene kalupe koji su upotrijebljeni pri betoniranju elemenata prototipa treba zamjeniti čeličnimma jer se pri upotrebi vijaka kao sredstava za spajanje traži velika tačnost oblika montažnih elemenata. Betona bi trebalo ugrađivati u čelične kalupe na vibracionim stolovima i prisilno ga otvrdnjavati parenjem. Osnivanje pogona za izradu montažnih elemenata u okviru centralne betonarne ili centralnog savijališta armature potreba je bez koje se ne može zamisliti serijska proizvodnja, a time i komercijalnija cijena proizvoda.



Sl. 10: Montažno-demontažna garaža

Izrada i postavljanje armature je najviša stavka u cijeni garaže, iako je procent armiranja elemenata minimalan. Armatura ploče elementa sastoji se od mreže od paljene žice ⌀ 3,8 mm, veličine oko 20 × 20 cm. Jedino su konstruktivna ojačanja rubova panoa i rebra krovnih elemenata armirana šipkama ⌀ 6 mm, odnosno šipkama ⌀ 8 mm i vilicama od iste žice. Cijena izrade mreže za armiranje ploče elemenata mogla bi se znatno smanjiti tačkastim zavarivanjem umjesto klasičnim vezivanjem armature. Armiranje ojačanja rubova panoa i rebara krovnih elemenata bilo bi samo u nekoliko olakšano upotrebom aparata za tačkasto zavarivanje.

Najjednostavniji elementi za armiranje čeličnim mrežama su ravne ploče bez konstruktivnih pojačanja rubova, ali bi upotreba ravnih panoa zahtijevala veću debljinu, a time i povećanu težinu i težu montažu elemenata. Ovi problemi izvedbe sigurno bi se najlakše riješili armiranim lakim betonima.

Literatura:

M. Albiges i J. Goulet: Ukrućenja protiv vetra u zgradama, prijevod objavljen u Dokumentaciji za građevinarstvo i arhitekturu, decembar 1961.

KISIKANA U BAKRU

Martin Marušić, Rijeka

Koncem 1962. god. u Bakru je završena i puštena u pogon kisikana, koja spada među najsuvremenije objekte ovakve vrste u našoj zemlji, a koja je od velike važnosti za riječku industriju.

Objekat je smješten 250 m južno od postojeće čađare, između njega i čađare je izrađena tvornička cesta. Uz ovu tvorničku cestu predviđa se da će se u budućnosti izgraditi slijedeći objekti: acetilenska čađara, skladište čađe i karbida, disuplin, razvijač acetilena, razervoar vodika, rezervoar acetilena i punionica vodika. Lokacija tih objekata, je odobrena. Postojeća željeznička pruga koja do čađare produžila bi se do skladišta čađe i karbida; odvoz svih proizvoda bio bi obezbijeđen željeznicom ,cestom i morskim putem.

Uz čađaru je izgrađen i moderan sanitarni objekat, u kojem su smještene za čađaru potrebne garderobe, tuševi i na I katu restoran sa kuhinjom

S južne strane do kisikane smještena je trafostanica, koja će bit dovoljna za snabdijevanje električnom energijom cijelog poduzeća. Do trafostanice izgrađen je upravni dio, koji sa ostalim objektima čini sastavni dio poduzeća »Jugocarbon«, za čije potrebe su izgrađeni objekti.

pri radu bez ometanja normalnog toka proizvodnje. Radi zaštite od opasnosti stropna i krovna konstrukcija u strojarnici, skladištu punih boca i punionici su od laganog i nesagorivog materijala.

Strojarnica ima veličinu 18 × 13 metara; u njoj se mogu smjestiti tri postrojenja za proizvodnju kisika. Za sada su izgrađena dva postrojenja za proizvodnju plinovitog kisika, a kada budu osigurana potrebna financijska sredstva, postavit će se i treće postrojenje za tekući kisik, s većim kapacitetom od dosadašnjih.

Kada budu radila sva tri postrojenja punim kapacitetom u tri smjene, ova će tvornica moći podmiriti sve potrebe kisika u riječkom bazenu, koji se sada dovozi iz Slovenije. Za sada postojeća dva postrojenja proizvode dnevno, tj u 24 sata, 400 boca ili 2400 m^3 kisika.

Potrebe riječkog bazena su 700 boca dnevno, to znači da će se još morati dovoziti 300 boca iz Slovenije dok se ne postavi treće postrojenje, čiji kapacitet bi trebao da bude 300 boca u 24 sata.

Čistoća kisika je postignuta sa 99,6%, što je iznad očekivanja.

Osim kisika proizvodi se i dušik, koji se sada ispušta u vazduh a u budućnosti će se upotreblja-



Sl. 1: Kisikana

Kisikana se sastoji od strojarnice, skladišta praznih i punih boca, radionice i sanitarnog čvora(koji služi samo za potrebe kisikane).

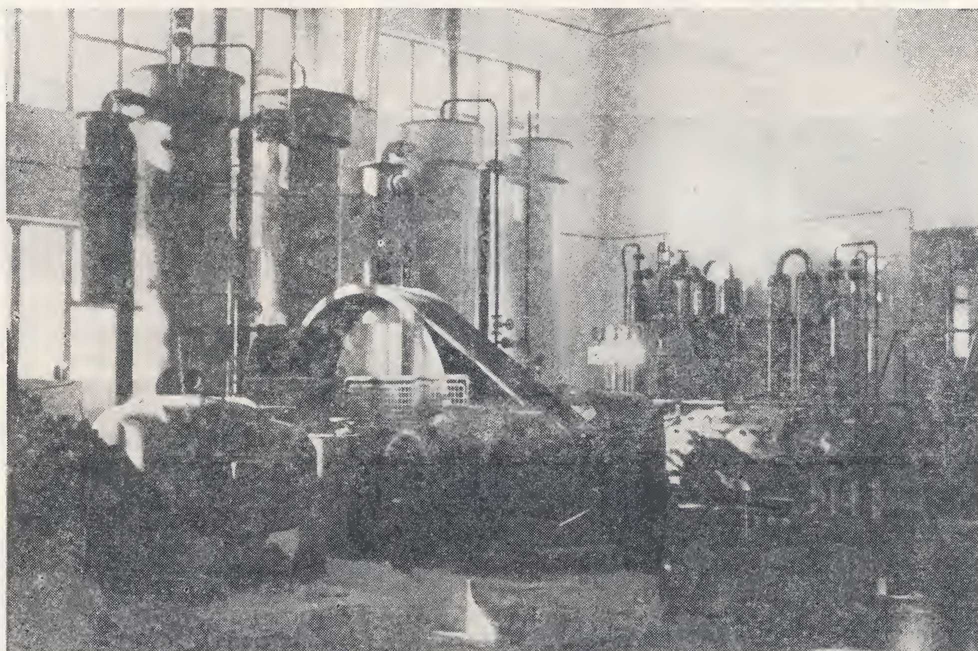
Funkcionalnost objekta je dobro riješena. Naročito se pri projektiranju vodilo računa o sigurnosti od eksplozije. Postignuta je potpuna sigurnost

vati u acetilenskoj čađari; kako je naprijed spomenuto, ovu bi trebalo izgraditi uz postojeću čađaru radi čega je kisikana i smještena ovdje da bi se mogao iskoristiti dušik.

Dužina kisikane, trafostanice i upravnog dijela, koje čine lijepu arhitektonsku cijelinu, iznosi 64 m.

Ispred objekta je plato koji služi kao okretište i parkiralište kamiona u kojima se odvozi kisik.

poduzeće »Jadran«, koje je izvelo neke završne radove.



Sl. 2: Strojarnica

Oprema i postrojenje su domaće proizvodnje, iz željezare Jesenice, čiji su stručnjaci izvršili i montažu postrojenja.

Građevinske radove izvelo je bivše građevno poduzeće »Rječina«; ono se fuzioniralo u građevno

Projekat je izradio projektni biro građevnog poduzeća »Primorje« Rijeka (projektant tehn. Marušić Martin, konstruktor ing. Davor Švalba).

Troškovi gradnje objekta ,bez postrojenja i opreme, iznose ukupno 140 000 000 dinara.

PLIVAČKI BAZEN NA ŠKOLJIĆU U RIJECI

Martin Marušić, Rijeka

Nakon dugog očekivanja, Rijeka je dobila zatvoreni »Plivački bazen« na Školjiću početkom 1963. god., kada su završeni radovi na tom objektu, koji su bili započeti još 1954. god.

Gradnja je trajala tako dugo s razloga što je nekoliko puta došlo do prekida radova; oni su trajali i po nekoliko godina, i to sve s razloga što NOO Rijeka kao investitor nije bio u mogućnosti da osigura potrebna financijska sredstva. U tom razdoblju izgradnje izvođač radova, građevno poduzeće »Primorje« Rijeka, pokazalo je veliku strpljivost pri ovakvom načinu rada, a mnogo je doprinijelo i da su radovi konačno završeni.

Danas, kada se pogleda u potpunosti završen objekat, nisu uočljive teškoće i trud koji su tokom gradnje uložili izvođač, investitor, korisnik i ostali zainteresirani, ali se vidi da je ovaj objekat moderan i suvremen i da spada među ljepše objekte sagrađene u Rijeci, odnosno u našoj zemlji.

Radi smanjenja investicionih i pogonskih troškova zatvoreno plivalište je vezano uz postojeće javno kupalište, pa ima s njim zajedničke svlačionice za kupače — sportaše i zajedničku kotlovnicu za dobivanje potrebne količine pare. Isto tako se novo plivalište priključuje na istu vodovodnu mrežu za potrebe pitke vode, kao i na postojeću vodovodnu mrežu za potrebe bazena i tuševa.

Uzme li se u obzir da se s ovim objektom trebalo uklopiti u postojeće kupalište i ostale dijelove ostalih okolnih građevina, kao i to da je bilo skučeno slobodno projektiranje, nađeno je jedno vrlo dobro rješenje; ono zajedno s adaptiranim javnim kupalištem čini arhitektonsku i funkcionalnu cjelinu pa će se korisnici udobno osjećati u svim prostorijama.

Zadatak za projektiranje tehničkih instalacija kupališta postavljen je kad je već objekt bio sazidan, ali bez bazena Zato se i rješenje tehničkih

instalacija moralo prilagoditi toj situaciji, radi čega su dana neka rješenja koja bi inače bila možda mogla biti povoljnija.

Bazen je dugačak 25 metara, širok 12,50 m. Dubina bazena ispod tornja za skokove iznosi 3,80 m, a na plićem dijelu 2 m. Površina bazena je 312 m².

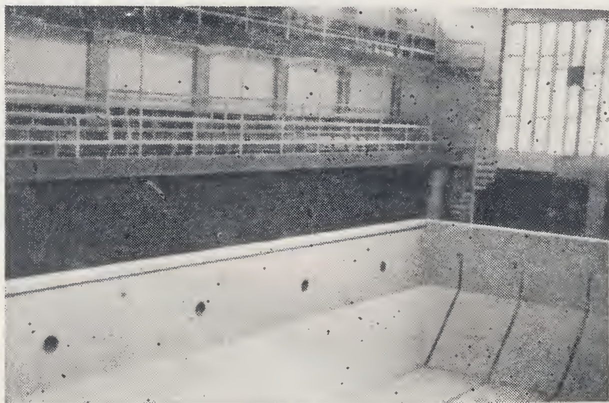


Sl. 1: Pogled na tribine i pomoćno stepenište

Može se kupati maksimalno 80 kupača. Volumen bazena iznosi 650 m³, a volumen prostorije bazena i predvorja oko 7000 m³.

Naokolo bazena nalaze se tribine za publiku.

Odmah uz ovaj bazen nalazi se u okrugloj prostoriji mali bazen za djecu. Osim toga preuređeno je u sklopu ovog objekta i javno kupatilo, koje zajedno s njim čini cjelinu. Također su u sklopu objekta izgrađene poslovne i društvene prostorije plivačkog kluba »Primorje« Rijeka, koji je i glavni korisnik objekta.



Sl. 2: Pogled na dublji dio bazena

Za kupače postoji na glavnom ulazu dva tuša i zaseban WC za ženske i muške kupače.

Interesantno je spomenuti da je ispod čitavog objekta teren u dubini od 20 m pjeskovita stišljiva glina. Zbog toga se moralo preći na sandučasto temeljenje bazena, s kojim se postiglo opterećenje približno jednako teretu materijala iskopanog za bazen.

Na dnu temeljne ploče bazena ostavljeni su otvori koji služe za prolaz vode i time za smanjenje pritiska podzemne vode koja se pojavljuje kad nabuja Rječina.

Temeljna ploča bazena na plićem dijelu je opterećena betonom da bi se naprezanje tla izjednačilo s onim na dijelu bazena gdje je voda dublja.

Noseće konstrukcije zidova su armirano-betonske grede i stupovi, a ispune su od opeke.

Krovna konstrukcija je drvena čavlana; na nju je kao strop pribita daščana oplata premazana kopal lakom.

Dno i zidovi bazena obloženi su češkim staklenim mozaik pločicama veličine 2 × 2 cm, a pod oko bazena žutim keramičkim podnim pločicama veličine 10 × 10 cm, dok su zidovi oko bazena u visini do 1,80 m obloženi crnim keramičkim pločicama veličine 10 × 10 cm.



Sl. 3: Pogled na glavnu tribinu i glavni ulaz

Ovakvom obradom unutrašnjeg djela prostorije bazena dobijen je vrlo ukusan izgled.

Temperatura vode u bazenu predviđena je sa 22—23° C.

Zbog isparavanja i gubitaka prskanjem računano je sa dnevnim dodavanjem svježe vode od 5—10%.

Da bi voda u bazenu bila čista i udovoljila sanitarnim propisima, trebat će je čistiti i dezinficirati. Prema propisima predviđeno je da sva voda bazena prođe preko filtera u roku od 10 sati, na osnovu čega je i određen kapacitet pumpi. S obzirom na manji broj kupača i zbog sportskog karaktera plivališta, ovdje je uzet nešto dulji rok cirkulacije vode bazena.

Filteri za čišćenje, dimenzionirani su za brzinu od oko 15 m/h. Radi poboljšanja djelovanja filtera, visina sloja pjeska iznosi 1,40 m, od toga je 0,50 m dolomitni materijal.

Voda za bazen uzimat će se iz postojećeg bunara koji služi za potrebe starog kupatila.

Što se tiče dezinfekcije vode nije predviđen uređaj za ozoniziranje, jer takav uređaj zahtijeva veliku investiciju i skup je u pogonu, dok mu je sigurnost djelovanja zbog komplicirane aparature i posluživanja mala. Zato je ovdje primijenjen uređaj s natriumhipokloritom, koji sadrži oko 15% aktivnog klora. Uređaj se sastoji od jedne posude (od kamenštine) i aparata za doziranje.

Punjenje bazena svježom vodom može se izvršiti za dva dana, a pražnjenje za 10 sati.

Zbog povremenog pogona kupališta i povremene upotrebe pojedinih prostorija, za grijanje je odabrano parno grijanje sa srednjim tlakom oko 1 atm. Kao grijaća tijela postavljeni su ljevani radijatori, jer se radi o nekontinuiranom pogonu pri kojem bi čelični radijatori brzo stradali od rđe.

Kako bi se kupači osjećali udobno i na nižim temperaturama vode i zraka u hali bazena, u hodniku oko bazena ugrađeno je podno grijanje. Maksimalna temperatura poda predviđena je sa 23° C. Grijanje će se izvesti s registrima od cijevi NW 15, odn. vanjskog promjera oko 20 mm; udaljenost cjevi oko registra predviđena je sa 300 mm.

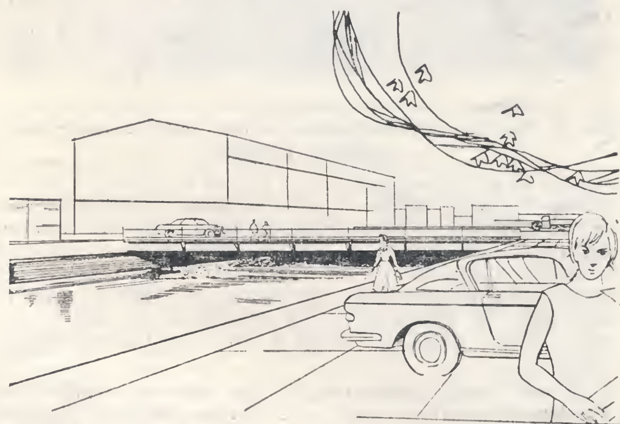
Glavni projektant spomenutog objekta je Ing. Dušan Marčeta a konstruktor je Ing. Davor Švalba.

Na ovom objektu je pri izvođenju postojala tijesna suradnja između projektanta, konstruktora, korisnika i izvođača. (Najveći teret rada prilikom rješavanja glavnih problema podnio je izvođač.) Zato je kao rezultat rada izgrađen tako lijep objekat s kojim se mogu ponositi svi koji su na njemu radili.

Kratke vijesti

MOST PREKO MRTVOG KANALA U RIJECI

Mjerodavni faktori u Rijeci vrše u posljednje vrijeme intenzivne pripreme da bi se što skorije izradila tehnička dokumentacija za rješenje aktuelnih saobraćajnih problema u Rijeci. Tako je nedavno završio svoj rad žiri koji je pregledao 6 idejnih projekata za most preko Mrtvog kanala kod kazališta, izrađenih u okviru užeg natječaja.



Most je raspona oko 32 m, ukupne širine 41 m prema programu (kolnici širine 12,5 m za gradski i 7,5 m za lučki promet, posebni pojas za željeznicu širine 4,5 m sa zaštitnom trakom od 0,5 m i tri pješačke staze, jedna od 10 m i dvije po 3 m). Naročitu teškoću pri rješavanju predstavljala je mala raspoloživa visina za konstrukciju mosta, uvjetovana time da se ne smanji slobodna visina ispod mosta koja postoji kod sadašnjeg provizorija, kako se ne bi otežala mogućnost prolaza za barke koje su usidrene u Mrtvom kanalu iznad mosta. Napominje se da je na tom mjestu prije postojao okretni most, koji je bio porušen u ratu.

Od predloženih 6 varijanata idejnih projekata po dvije su predviđale izvedbu u armiranom i prednapregnutom betonu, a po jedna sa tzv. spregnutom konstrukcijom sastavljenom od čeličnih nosača i armiranobetonske ploče. Projektanti su premoštenje rješavali sa tri otvora, s jednim otvorom, ili s kombinacijom tih dviju mogućnosti.

Ocjenjivačka komisija — kojoj je predsjedavao ing. Davor Švalba, predsjednik Društva inženjera i tehničara u Rijeci — donijela je odluku da najpovoljnije rješenje predstavlja idejni projekat sa gornjom konstrukcijom u prednapregnutom betonu, čiji je autor ing. Ozren Sekulić iz »Rijeka-projekt«-a. Reproduciranu perspektivu tog rješenja izradio je ing. arh. B. Pavoković.

M. Mar.

Ispravak

U kratkoj vijesti: R. P.: **U Bjelovaru je 1962. godine**, objavljenoj na 57 str. u broju 2 časopisa, potkrala se greška, i vijest treba da glasi: U Bjelovaru je **do** 1962. godine...

Iz inozemnih časopisa

ASFALTNA OBLOGA KANALA I REZERVOARA

(Civil Engineering, maj 1962)

Postoje tri vrste obloge kanala i rezorvoara od asfaltnih materijala kojim se postizava dovoljna glatkost površina, žilavost, trajnost i ekonomičnost. To su asfalt-betoni, vruće štrcane asfaltne membrane i prefabricirane asfaltne ploče. Sve ove vrste zadovoljavaju što se tiče nepropustnosti. Mnogogodišnje iskustvo s takvim oblogama rezervoara za pitku vodu pokazuje da voda od njih ne dobiva loš miris i ukus, niti prima štetne sastojine. Te obloge su vrlo otporne protiv većine industrijskih otpadnih voda koje sadrže mnoštvo kiselina.

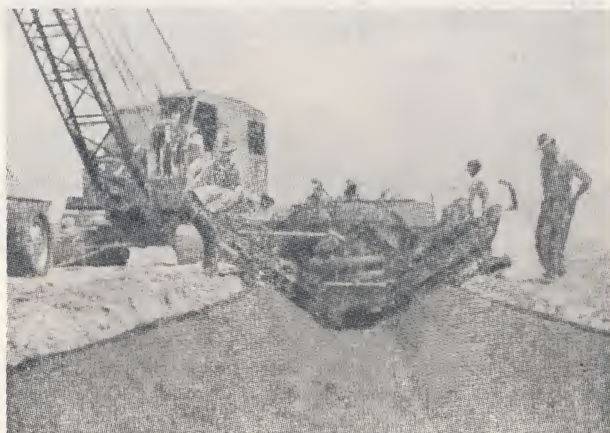
Asfaltbeton, tj. pravilno odmjerena smjesa asfalta i granuliranog agregata, izmiješana, ugrađena i sabijena na povišenoj temperaturi osobito je prikladna za oblogu hidrauličkih objekata. Sastav mješavine je vrlo sličan onome gustih mješavina za gornji sloj kolovoza koje sadrže više asfalta i mineralnog brašna (filera).

Preporučuju se slijedeće dvije mješavine za takav asfalt-beton:

Veličina sita ASTM USA standard	⌀ mm	Prolazi u % težine za minimalnu debljinu obloge 40 mm	26 mm
3/4″	23,0	100	—
1/2″	16,0	95—100	—
3/8″	13,0	—	100
№ 4	6,5	60—80	90—97
№ 8	3,5	45—60	70—85
№ 30	0,6	28—39	42—52
№ 100	0,15	16—25	20—28
№ 200	0,075	8—15	10—16
Asfalt u % težine		6,5—8,5	7,5—9,5

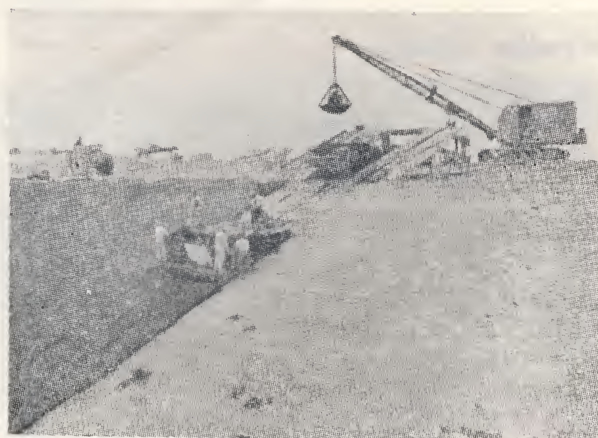
Upotrebljeni asfalt mora imati penetraciju do 100, najviše se preporuča 60—70. Asfalti s tvrđim stepenom penetracije daju oblogu otporniju protiv destruktivnog djelovanja vode i uzduha i razvijanja vegetacije. Oni su stabilni na pokosima, ali su dovoljno elastični da prate manje deformacije podloge. Nepropusnost ispravno određene mješavine osigurana je pravilnim sabijanjem, tako da obloga nema više od 5% šupljina.

Važno je da se podloga ovog asfaltbetona pripremi na odgovarajući način: da se uklone neprikladni materijali, provede dovoljno sabijanje kako bi se omogućilo kretanje strojeva za asfaltiranje bez uleknuća i propadanja i sl.; kod većih rezervoara trebat će izraditi drenažni sistem. Pokosi neka ne budu strmiji od 1 : 2, mada su već uspješno obloženi i pokosi 1 : 1 1/2. Položitiji pokosi povoljniji su s obzirom na lakšu izvedbu i veću stabilnost podloge.



Sl. 1: Asfaltbetonska obloga manjeg kanala

Takva obloga od toplog asfaltbetona može se izraditi uobičajenim strojevima kakvi se upotrebljavaju na građenju cesta ili specijalnim strojevima. Mali kanali oblažu se finišerom s kliznom oplatom koji istovremeno oblaže cijeli profil (sl. 1). Za rezervoare i velike kanale sa blagim pokosima primjenjuju se standardni finišeri (sl. 2). Strmiji pokosi oblažu se ručno ili specijalno projektiranim uređajima. Potrebni stupanj sabijenosti postiže se dosta lako s ovim toplim mješavinama koje su lako obradive, i to obično pomoću glatkog valjka. S mnogo uspjeha primjenjuje se vibrirajući valjak. Npr., jednim takvim valjkom od 1,5 t postignuta je tražena sabijenost u svega 2 prijelaza (silaz niz pokos i povrat). U uglovima i teže pristupačnim mjestima sabijanje se obavlja ručnim valjcima ili nabijačima. Na pokosima se obično svi ovi strojevi (finišeri, valjci i dr). kreću pomoću kablova.



Sl. 2: Izrada asfaltbetonske obloge pokosa rezervoara pomoću finišera

Praktično je najmanja debljina takvog asfaltbetona 4,0 cm. Za manje kanale s omočenim opsegom do 3,6 m, i manje rezervoare s dubinom vode do 4,5 m debljina obloge je 4,0—5,2 cm. Za veće kanale i rezervoare s dubinom vode do 18,0 m preporuča se debljina obloge 8,0 cm. Za vrlo velike rezervoare (s dubinom vode do 30 m) i velike kanale u kojima voda teče velikom brzinom bit će potrebna debljina obloge 10—11 cm. Obloge debljine 8,0 cm i više izvode se u 2 sloja s međusobno pomaknutim radnim reškama.

Asfaltna membrana (vruće štrcana) sastoji se od kontinuiranog sloja asfalta bez filera ili ojačanja bilo kakve vrste. Ona je obično pokrivena slojem zemlje, šljunka ,asfaltnog makadama ili drugog materijala, koji će fiksirati oblogu na mjestu, zaštititi je od mehaničkih oštećenja i vremenskih utjecaja. Membrane se izrađuju obično u debljini 4,5—8,0, mm, što zahtijeva najmanje 8,4 l asfalta po m².

U cilju pojeftinjenja je U. S. Bureau of Reclamation razradio tzv. pokrivenu asfaltnu membranu, za koju je

asfaltna industrija trebala proizvesti specijalne asfalte slijedećih svojstava:

temperatura zapaljenja ispod +218° C,
tačka smekšavanja (prsten i kugla) između +80° C i +94° C,
penetracija na +25° C (100 g, 5 sek) 50 do 60,
penetracija na ±0° C (200 g, 60 sek) ne manje od 30,
penetracija na +46° C (50 g, 5 sek) ne više od 120,
duktilitet na +25° C (5 cm po min) ne manje od 3,5 cm,
gubitak na +168° C za 5 sati ne više od 1%,
penetracija ostatka na +25° C (100 g, 5 sek) ne manje od 60% penetracije prije grijanja,
bitumen topiv u ugljično tetrahloridu ne manje od 97%.

Izvedba asfaltne membrane nije komplicirana. Hrapava podloga uzrokuje veću potrošnju asfalta negoli glatka. Zbog toga podloga treba biti fino planirana i dobro uvaljana. Asfalt neka se ugrađuje na temperaturi +177° C do +204° C. Mehanizacija za izvođenje je vrlo jednostavna: svega jedna cisterna sa štrcaljkom i pomoćni grijač (sl. 3). Takve membrane mogu se izraditi na pokosima nagiba do 1 : 2 jer se asfalt s visokom temperaturom rezmekšavanja odmah skrućuje. Naročito na pokosima dobro je da se membrana izvede sa 2—3 štrcanja (ali u jednoj radnoj operaciji), da bi membrana pouzdano svagdje bila dovoljno debela. Poslije štrcanja svakako treba dobro pregledati izvedeni rad i eventualno slaba mjesta ispraviti naknadnim ručnim štrcanjem.



Sl. 3: Izvedba vruće štrcane asfaltne membrane

Najuobičajena zaštita takovih membrana je sloj zemlje debljine barem 0,30 m. Ukoliko je potrebna zaštita od erozije (pri jačem strujanju ili valovima), ova zaštita treba da bude od šljunka ili tučenca zrna ∅ 70 mm. Naravno, na izradu takvog zaštitnog sloja treba da se obrati najveća pažnja da se ne ošteti sama membrana. Zaštitni sloj se nabacuje pomoću dragline bagera ili dumperom uz ravnanje buldozerom, i to sa strane na kojoj je već izvedena zaštita.

Iako je ovaj način bio razrađen prvenstveno za oblogu kanala, ipak se mnogo upotrebljava i za vodovodne rezervoare, rezervoare za otpadne i kanalske vode i sl. Membrana ima sve navedene prednosti kao asfaltbeton osim glatkoće; u pogledu troškova građenja je jeftinija. Ispravno izgrađena i zaštićena je trajna. Zbog svoje nepropusnosti je nedostižna kao nepropustan sloj.

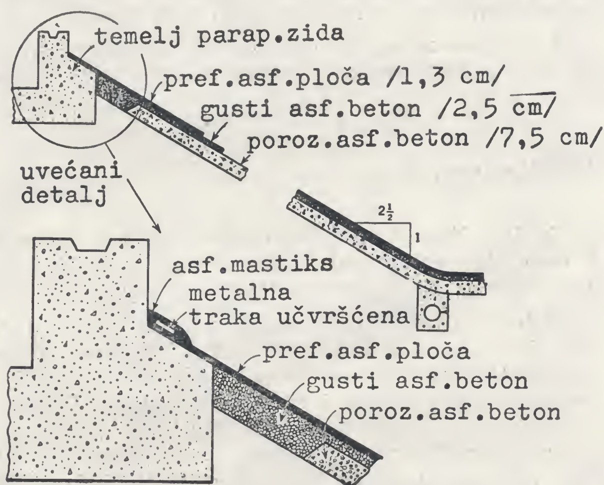
P r e f a b r c i r a n a   a s f a l t n a   o b l o g a izrađuje se na dva načina. Jedan tip predstavljaju asfaltne ploče širine 0,9—1,2 m, dužine prema potrebi, obično 4,2—4,5 m, ali i do 9,0 m dužine, debljine 3,0 do 13,00 mm. Unutarnji sloj ovih ploča sastavljen je od asfalta i filera, a vanjski su od žilavih materijala impregniranih asfaltom, kao npr. od asbestnih vlakana ili sintetičkog fibera ili plastike. Ili pak srednji dio može biti vezni materijal (armatura) s namazom asfalta na obje strane. Drugi tip je laganiji i fleksibilniji. On se izrađuje u rolama širine 0,9 m i dužine 10,8 m (standardne mjere krovne ljepenke). Način izrade ovog materijala je različit u pojedinih proizvođača, kao npr.:



Sl. 4: Obloga kanala od asfaltnih prefabriciranih ploča

juta otporna protiv trulenja, dobro saturirana asfaltom specijalne karakteristike, posuta s jedne strane granitnim pijeskom (radi zaštite asfalta od vremenskih utjecaja) ili pak bez ovoga (za upotrebu kod zaštićenih slojeva i membrana). Drugi proizvođači upotrebljavaju razne materijale kao vezu (armaturu), i to ploče od polivinilhlorida, asbesta ili staklene vune.

Izrada prefabricirane obloge ne zahtijeva težu memanizaciju pa se ona stoga primjenjuje tamo gdje nema takve mehanizacije ili gdje su radni uslovi onemogućavaju njenu primjenu. Ona se također preporučuje za slučajeve kad obloga mora tačno udovoljavati što se tiče debljine, gustoće i nepropustnosti. Ovi prefabricirani materijali upotrebljavaju se na razni način, bilo kao samostalna obloga, bilo kao gornji završni sloj višeslojne obloge ili pak da se pokrije raspucana betonska obloga. Mada spojnice uzrokuju izvjesnu neravnost površine, ipak su takve obloge dovoljno glatke i mogu se upotrijebiti za hidrauličke kanale kod kojih nešto povećano hidrauličko trenje ne predstavlja problem (sl. 4).



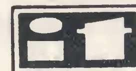
Sl. 5: Kombinirana asfaltna obloga

Prefabricirani svici se primjenjuju gdje dovoljna manja čvrstoća a traži se veća fleksibilnost ,što je npr. slučaj kod zaštićene membrane. Kao zamjena za vruće štrcanu membranu može se upotrijebiti tamo gdje se ova zbog skučenog prostora ili zbog pomanjkanja potrebnih uređaja ne može primijeniti.

Kombinirani tip obloge predstavlja kombinaciju gore opisanih tipova i razrađen je za slučajeve gdje obloga mora udovoljavati najstrožim kriterijima. U sl. 5 prikazana je takva obloga vodnog rezervoara sadržine 100 000 m³, koja se sastoji od 7,5 cm debelog sloja vrlo poroznog asfaltbetona na podlozi koja djeluje kao drenaža i na koju dolazi 2,5 cm debeli sloj gustog asfaltbetona pokrivenog oblogom od 13 mm debelih prefabriciranih asfaltnih ploča.

Ing. V. J.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



ZASJEDANJE ODBORA SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA NR HRVATSKE

Dne 23. III 1963. održano je u Karlovcu VI plenarno zasjedanje Odbora SGIT Hrvatske sa dnevnim redom:

1. Uvodna riječ predsjednika
2. Pripreme za 3-godišnju skupštnu Saveza
3. Dopuna čl. 21 Statuta u pravcu prilagođivanja naših organizacija novoj političko-teritorijalnoj podjeli NRH
4. Prijedlog za počasne i zaslužne članove Saveza

Nakon saslušanja izvještaja i vođene diskusije donijeti su slijedeći

Zaključci:

1. Trogodišnja skupština Saveza održat će se 19. i 20. travnja 1963. u Puli. Uz uobičajeni dnevni red u duhu čl. 28 Statuta staviti kao posebnu tačku:

»Regulacioni, plovidbeni i melioracioni problemi doline rijeke Save u vezi sa donošenjem 7-godišnjeg plana«.

Drugi dan rada bit će namijenjen referatu o proizvodnji plinobetona, sa filmom i posjetom tvornici »Siporex«. Posjetit će se nove turističke objekte u Puli, Rovinju i Poreču.

2. Predložiti dopunu čl. 21 Statuta, po kojoj bi se omogućilo postojanje Društava građevnih inženjera i tehničara kao pravne osobe ne samo u kotarskim mjestima, nego u svakom mjestu gdje se pojavi potreba za osnivanjem Društva, i dovoljan broj članstva.

3. Društva našeg Saveza dostavit će najkasnije do 10. travnja 1963. svoje prijedloge za počasne i zaslužne članove Saveza; prijedlozi će biti iznijeti na godišnjoj skupštini. Kandidati treba da ispunjavaju uvjete prema Pravilniku o izboru počasnih i zaslužnih članova organizacija Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije od 5. XI 1960.

Ujedno se preporuča svim Društvima i Podružnicama da svoje godišnje skupštine održe prije skupštine SGITH.

Nakon završetka radnog dijela učesnici plenuma razgledali su vrlo uspjelu izložbu urbanističkog rješenja grada Karlovca, uz uvodni referat predstavnika republičkog Urbanističkog zavoda, kao autora tog elaborata.

Poslije ovoga svi učesnici otputovali su u Slunj, gdje su uz tumačenje prof. ing. Krune Tonkovića pregledani novi mostovi preko Slunjčice i Korane. Svaki učesnik primio je izvod iz projektnog elaborata ovih smjelih mostovnih konstrukcija.

Sastanak je završen u kolegijalnom i drugarskom raspoloženju na zajedničkom ručku, kojeg je priredilo društvo Karlovac za sve delegate i goste ovog zasjedanja.

Posebna korist od ovog sastanka bila je, što su istom prisustvovali skoro svi građevni inženjeri i tehničari Karlovca i okoline, a ne samo delegati, tako da je ovaj sastanak potvrdio korisnost već uobičajene prakse, da se plenumi Saveza ne održavaju u republičkom centru, nego naizmjenično na terenu.

Milan Jančiković

Bibliografija

Dr Ing. Riko ROSMAN: **Proračunavanje zidova za horizontalno opterećenje,** izdanje Zavoda za betonske konstrukcije, Građevinskog fakulteta u Zagrebu, 1962.

U brošuri na 50 stranica autor je prikazao osnove proračuna za slučajeve : I. Zidovi oslabljeni nizom otvora; II. Zidovi u kombinaciji s okvirima; III. Uticaj promjene temperature i skupljanja betona. Izlaganje je svedeno na najmanju mjeru, ali ono je ipak pristupačno za širi krug interesenata i popraćeno je sa nekoliko primjera, tako da brošura može dobro poslužiti kao vrlo koristan kraći priručnik za pitanje koje je sadržano u naslovu.

Moglo bi se prigovoriti autoru za uvođenje termina »totalni komplenentarni potencijal« umjesto potencijalne energije deformacije, koji je uobičajen i svim je lako razumljiv, zatim termin »hiperstatička funkcija« isto nije potreban, jer to može dovesti do pogrešnog gledanja na klasifikaciju funkcija. Takve funkcije nema, a u pitanju je hiperstatička veličina, koja se izražava funkcijom.

Treba ukazati na jednu zanimljivu pojavu u vezi s izlaganjem problema. Kako autor brošure, tako i u bibliografiji navedeni autori, a mogu se navesti i još neki autori (na primjer A. A. Marjin, »K rasčetu obščej pročnosti korpusa celjnometalličeškogo vagona«, Rasčet prostranstvenih konstrukcij, IV, Moskva 1958.), koji su izlagali slične probleme, približno rješenje problema tražili su i našli u funkcionalnom obliku prelazeći od zadanog diskretnog niza mjesta djelovanja sila na kontinuirano djelovanje, dok se redovito kod fizikalno-matematičkih problema u traženju približnog rješenja ide obrnutim putem, tj. kontinualni sistem se u približnom tretiranju zamjenjuje sa diskretnim.

Brošura se može nabaviti kod izdavača. **V. A.**



SPLIT • SOLIN • DALMACIJA CEMENT

